tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 49 – nr. 4 – 1984

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Postbus 39, 2260AA Leidschendam. Gironummer 94746
t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

De vereniging stelt zich ten doel het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de elektronica en de informatietransmissie en - verwerking te bevorderen en de verbreiding en toepassing van de verworven kennis te stimuleren.

Lidmaatschap

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris. Het lidmaatschap staat open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbarellidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt fl.60.-per jaar.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een junior-lidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium kontakt op te nemen met de voorzitter van de redactie commissie.

De teksten moeten, getypt op door de redactie verstrekte tekstbladen, geheel persklaar voor de offsetdruk worden ingezonden.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt f 60,--. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvrage verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

DE EXAMENS

De door het Genootschap ingestelde examens worden afgenomen in samenwerking met de "Vereniging tot bevordering van Elektrotechnisch Vakonderwijs in Nederland (V.E.V.)". Het betreft de examens:

a. op lager technisch niveau: "Elektronica monteur N.E.R.G.";
b. op middelbaar technisch niveau: "Middelbaar Elektronica technicus N.E.R.G.".

Voor deelname, inlichtingen omtrent exameneisen, reglement, en uitgewerkte opgaven wende men zich tot het Centraal Bureau van de V.E.V., Barneveldseweg 39, 3862 PB Nijkerk; tel. 03494 - 4844.

TELECOMMUNICATIE EN DE LUCHTVAART

J.S. Smit
Directeur Luchtverkeersbeveiliging
Rijksluchtvaartdienst

LUCHTVAART-TELECOMMUNICATIE EN HET WERELDCOMMUNICATIEJAAR

Bij het uitroepen van 1983 tot Wereldcommunicatiejaar, hebben de Verenigde Naties als doel gesteld: aandacht te geven aan de ontwikkeling van de communicatie-infrastructuur in de gehele wereld, in het bijzonder in de ontwikkelingsgebieden. In de desbetreffende resolutie wordt opgemerkt dat "de communicatie-infrastructuur van fundamentele betekenis is en een wezenlijk element vormt bij de economische en sociale ontwikkeling van alle landen".
Het thema van deze lezingendag - telecommunicatie en de luchtvaart - kan in dubbele betekenis in verband worden gebracht met de doelstelling van de VN. Immers, om Plesman nog eens aan te halen, "de luchtvaart verbindt de volkeren", een uitspraak waarvan de waarheid - ondanks de vele politieke brandhaarden die de wereld toont - toch dagelijks wordt bewezen. Immers, al volgt uit "onbekend maakt onbemind" niet automatisch dat bekendheid steeds tot beminnen leidt, toch draagt het bij aan een betere kennis en begrip, wat in het algemeen toch meer een positieve dan een negatieve invloed heeft.

De luchtvaart als geheel, met als produkt het vervoer per vliegtuig, kan dan ook zeker als een vorm van communicatie-infrastructuur worden beschouwd. En het is niet aan twijfel onderhevig dat de rol van de luchtvaart "van fundamentele betekenis is en een wezenlijk element vormt bij de economische en sociale ontwikkeling van alle landen".
Dit is wellicht een wat fantasierijke uitleg van het begrip communicatie-infrastructuur, althans een uitleg die verder gaat dan de VN-resolutie bedoelt. Uit het feit dat de Internationale Telecommunicatie Unie (ITU), een der gespecialiseerde organisaties van de VN, met de coördinatie van het Wereldcommunicatiejaar werd belast volgt dat de VN telecommunicatie op het oog heeft gehad.

Volgens de definitie neergelegd in de ITU Conventie (het Handvest van deze organisatie) omvat de term "telecommunicatie" - of eenvoudigweg "communicatie over grote afstand" - "elke vorm van overdracht, uitzending of ontvangst van tekens, signalen, geschreven tekst, beelden en klanken of informatie van welke aard dan ook via kabel, radio, optische of andere electromagnetische systemen". En dat is nogal wat.

De specifieke reglementering van de telecommunicatie in de luchtvaart is opgenomen in Bijlage 10 bij het Luchtvaartverdrag van Chicago van 1944, uit welk verdrag de internationale burgerluchtvaartorganisatie ICAO is ontstaan.

Luchtvaart kan niet zonder "aeronautical telecommunication" en maakt daarvan in vele vormen gebruik: radiotelefonie en telegrafie, radionavigatie, telex, automatische data-uitwisseling, radar etc. <u>De luchtvaarttelecommunicatie-infrastructuur is zelfs in velerlei opzicht maatgevend voor de mate waarin de luchtvaart - het luchtvervoer dus - zich kan ontplooien.</u> Het is dan ook niet aan twijfel onderhevig dat ook de luchtvaart telecommunicatie-infrastructuur "van fundamentele betekenis is en een wezenlijk element vormt bij de economische en sociale ontwikkeling van alle landen".

REGLEMENTERING VOOR DE TWEEDE WERELDOORLOG

De luchtvaart was zich reeds in een zeer vroeg stadium bewust van het belang van telecommunicatie. Reeds in 1910 werd door de "Conférence Internationale de Navigation Aérienne" aanbevolen om de regelgeving voor radiotelegrafie tussen lucht en grond aan de orde te stellen op de Internationale Radiotelegrafie Conferentie van Londen in 1912, hetgeen ook geschiedde. Maar de Eerste Wereldoorlog verhinderde om

daaraan verder vorm te geven.
Voortvloeiend uit het vredesverdrag van Parijs in 1919 kwam een conventie tot stand, die de internationale luchtvaart moest regelen. Deze conventie werd van kracht op 11 juli 1922 en legde de grondslag voor de CINA, de "Commission Internationale de Navigation Aérienne", die o.m. tot taak had "to collect and communicate to the Contracting States all information relating to wireless telegraphy, meteorology and medicine, of interest to aviation". En reeds bepaalde dàt luchtvaartverdrag o.m. dat "elk vliegtuig dat wordt gebruikt voor openbaar transport "en dat tien of meer passagiers kan vervoeren moet zijn uitgerust met radio-ontvang- en zendapparatuur zodra de wijze waarop zulke apparatuur moet worden gebruikt zal zijn vastgelegd door de CINA".

In Nederland werd de eerste officiële "Regeling van den Berichtendienst ten behoeve van het Burgerluchtverkeer" vastgesteld bij beschikking van de Minister van Waterstaat van 23 februari 1925. Ook dit kan men zien als een vroegtijdige erkenning van het belang van de "berichtenwisseling". Deze Berichtendienst ging later op in de Luchtvaartdienst, die in 1930 werd opgericht en na de Tweede Wereldoorlog als Rijksluchtvaartdienst werd voortgezet.

Ook al beperkte telecommunicatie zich aanvankelijk tot het uitwisselen met behulp van radio van gesproken en gecodeerde teksten, het begin van de luchtvaarttelecommunicatie was er ....
Men begreep ook al vroegtijdig dat de telecommunicatiebelangen van de luchtvaart ook in groter verband moesten worden veilig gesteld. Dat leidde er dan ook toe dat reeds in 1927, tijdens de Washington Radio Conferentie, bepalingen met betrekking tot de luchtvaarttelecommunicatie werden opgenomen in de regelgeving van de "International Telegraphic Union", de voorloper van de huidige ITU.
Dit nam evenwel niet weg dat er een streven ontstond om, vanwege de bijzondere eisen en problemen van de luchtvaart, ook een eigen status te krijgen naast de ITU, met name om de CINA in deze verantwoordelijkheden te geven. Dit werd niet verwezenlijkt, enerzijds doordat tussen de diverse delen van de wereld de structuur van de luchtvaarttelecommunicatie fundamentele verschillen vertoonde, anderzijds doordat de Tweede Wereldoorlog geen tijd gaf voor het uitkristalliseren van die gedachten. Wel was er "regionaal" een grote mate van zelfstandigheid voor de luchtvaart ontstaan, maar deze berustte op stilzwijgende afspraken en begrip en werd niet geformaliseerd.

NA DE TWEEDE WERELDOORLOG: ICAO EN DE ITU

Na de Tweede Wereldoorlog nam de toen nog "voorlopig" genoemde burgerluchtvaartorganisatie (PICAO, waarin P voor provisional), snel initiatieven om de luchtvaarttelecommunicatie internationaal vorm te geven.
Reeds in oktober 1945 werd de eerste vergadering van de "communications division" bijeengeroepen. De besluiten van die vergadering werden bekrachtigd op 25 februari 1946 en in mei gepubliceerd als "Recommendations for Standards, Practices and Procedures - Aeronautical Telecommunications and Radio Aids to Air Navigation".
Hierop volgden de nodige aanvullende regels en bepalingen, die uiteindelijk tezamen leidden tot Bijlage 10 bij het Luchtvaartverdrag van Chicago, welke Bijlage per 1 april 1950 van kracht werd. Daarmee werden voor het eerst apparatuurspecificaties, regels voor de toepassing en procedures voor het gebruik op wereldomvattende basis vastgelegd. Het feit dat sindsdien 63 wijzigingen en aanvullingen op deze eerste uitgaven werden uitgebracht om de Bijlage up-to-date te houden met de ontwikkelingen, doet uiteraard niets af van het historische belang van het gebeuren in 1950.
Toch kon ICAO niet zonder nauwe banden met de inmiddels tot "International Telecommunication Union" omgedoopte ITU. Deze ITU, die voorheen een onafhnakelijke positie had behouden ten opzichte van de Volkenbond, werd wèl gebonden aan de Organisatie van de Verenigde Naties.
Alhoewel de ITU werd ingesteld als "the specialized Agency in the field of telecommunication", werd daarbij nadrukkelijk bepaald dat "this would not deny an Agency such as ICAO from any kind of work touching upon telecommunications". Er zijn evenwel geen formele regels vastgelegd voor de samenwerking tussen de ITU en ICAO. In de praktijk wordt ten aanzien van zaken die de ITU regarderen, de internationale luchtvaartmening gevormd door overleg van de Staten in ICAO-verband. Deze wordt dan in ITU-verband door de nationale delegaties verdedigd. Vervolgens zijn in principe de besluiten van de ITU weer

bindend voor ICAO. Datgene wat, binnen de bepalingen van de ITU vallend dan wel deze in het geheel niet betreffend, specifiek luchtvaart is, wordt geheel binnen ICAO-verband behandeld.

Op deze wijze is in de praktijk een werkwijze ontstaan die aan ICAO zelfstandigheid op een aantal gebieden verschaft. Aangezien bij de ITU veel meer belangen dan alleen de luchtvaart aan de orde zijn - veelal doorspekt met politieke belangen die ver uitgaan boven die van de luchtvaart, ja van de gehele telecommunicatie - is een goede nationale coördinatie van groot belang. Deze vindt in ons land plaats door het overleg binnen de Nationale Frequentie Commissie, waarin de belangen van de burgerluchtvaart door de Rijksluchtvaartdienst worden behartigd.

ACTUELE ONTWIKKELINGEN

Zoals dat geldt voor vrijwel alle facetten in de hedendaagse geïndustrialiseerde wereld, heeft de technologie ook de luchtvaarttelecommunicatie niet onberoerd gelaten. En dit zal alleen nog maar toenemen.

Vrijwel alle luchtvaarttelecommunicatie-apparatuur is of wordt gemoderniseerd; de bruikbaarheid is enorm vooruitgegaan. Transistorisatie, miniaturisatie, micro-miniaturisatie, digitalisatie, de computer, de mini- en de microcomputer, de chip en niet te vergeten de software hebben hun zegen - maar ook hun problemen - ook over de luchtvaart uitgezaaid.

Enerzijds gaat dit schijnbaar zeer voortvarend. Anderzijds wekt het toch verbazing om te lezen dat men in de Verenigde Staten vol trots is, dat de nog met buizen uitgeruste navigatiebakens nu worden vervangen door "solid-state" apparatuur. Of, dat men in Canada de radars van de vijftiger jaren (bijna van de eerste generatie) in 1985 zal hebben vervangen en gemoderniseerd ....

Als je dat leest, zou je bijna concluderen dat de luchtvaart zich toch trager ontwikkelt dan je zou denken. Nog moeizamer - en dus nog trager - lijkt het te gaan bij het invoeren van nieuwe technische systemen, zelfs in die gevallen waar een ieder overtuigd is van de verbeteringen die zij meebrengen en de grote behoefte die er bestaat aan die verbeteringen. Naast economische en technische overwegingen is een mede-oorzaak daarvan de noodzaak van internationale standaardisatie en om in een aantal gevallen het invoeren van die nieuwe systemen wereldomvattend te moeten organiseren. De behoeften zijn nu eenmaal niet in alle delen van de wereld in eenzelfde tijdsperiode even groot, de middelen zijn niet overal beschikbaar en, helaas ook hier, spelen politieke factoren soms een rol van grote betekenis.

Afhankelijk van de implicaties die de nieuwe systemen met zich brengen, zijn de complicaties zeer verschillend. De onderwerpen, die in de lezingen van vandaag worden behandeld zijn daarvan illustraties.

Het "microwave landing system", MLS, is een volledige vervanging van het huidige "instrument landing system", ILS. De vervanging betreft zowel de apparatuur in de lucht als op de grond. Dat betekent dat een overgangsperiode onvermijdelijk is, waarin vliegtuigen en luchthavens moeten zijn uitgerust met zowel MLS als ILS! Zeker, het is mogelijk om op kleine schaal deze dubbele uitrusting te voorkomen. In Amerika b.v. is dit bij gespecialiseerde toepassingen reeds het geval, zoals vliegtuigen en landingsstrips voor controles van pijpleidingen en bij commuter-maatschappijen, die een beperkt aantal vliegvelden bestrijken. Maar in de internationale luchtvaart is dit niet realiseerbaar. De vliegtuigen van de grote maatschappijen worden ingezet over de gehele wereld, althans over zulke grote delen daarvan dat gelijktijdig vervanging van ILS door MLS in al die vliegtuigen en op al die luchthavens onuitvoerbaar is. En dat leidt onvermijdelijk tot een transitieperiode, waarin ILS en MLS naast elkaar moeten bestaan.

Het invoeren van SSR-mode S, de selectieve ondervragingsmogelijkheid van secundaire radar, is van gehele andere aard. SSR-mode S is een verdere ontwikkeling van de "conventionele" SSR, die het mogelijk maakt dat oud en nieuw kunnen samenwerken. Een "oud" SSR grondstation kan werken met een "nieuw" SSR vliegtuigstation en een vliegtuig dat is uitgerust met een oude SSR, kan werken met een SSR-S grondstation. Natuurlijk om de vruchten van de SSR-S te kunnen plukken is het nodig dat vliegtuigen en grond beiden moeten zijn uitgerust met de nieuwe apparatuur. Maar de mogelijkheid dat oud en nieuw kunnen samengaan, geeft veel meer openingen om tot een soepel invoeren van dit nieuwe systeem

te komen dan zoeven geschetst bij de transitie naar MLS.

Weer anders liggen de zaken bij de grond-grond data transmissie-systemen, die ook in het programma van heden aan de orde komen. De telecommunicatie-infrastructuren waarvan deze netwerken gebruik moeten maken lopen in de diverse delen van de wereld ver uiteen. Het zou niet best zijn als hier gold dat, wereldomvattend gezien, de zwakste schakel bepalend was voor de prestaties elders in de keten. Maar wèl moeten ook die zwakke schakels deel blijven uitmaken van zo'n wereldomvattend netwerk opdat dit zijn functie voor de internationale luchtvaart wereldomvattend kan vervullen.
Modernisering impliceert hier dat "oude" en nieuwe schakels aan elkaar moeten worden gepast. Dat vraagt het zoeken van oplossingen in een variëteit van data-link protocollen, netwerk-procedures, transmissie-snelheden, code-conversies e.d. op zodanige wijze dat binnen het netwerk daar, waar zulks nodig en mogelijk is, de "up-grading" kan plaatsvinden, doch onder de nadrukkelijke voorwaarde dat het totale netwerk blijft functioneren.

SATELLIETEN

Bij het beschouwen van nieuwe technische systemen voor de toekomst vraagt o.a. het toepassen van satellieten om aandacht. Alhoewel er een zekere verwantschap bestaat tussen luchtvaart en ruimtevaart, is het opmerkelijk dat de luchtvaart zo aarzelend lijkt te staan tegenover het gebruik van satellieten. Toch is de internationale luchtvaartwereld daar al enkele decennia over bezig. Opvolgend hebben ICAO, AEROSAT en vervolgens een groep Staten onder de ellelange naam "International committee to review the application of satellite and other techniques to civil aviation", afgekort tot ARC, zich daarop geworpen. Geen van die studies heeft evenwel ertoe geleid dat men de stap naar satellieten al heeft durven nemen. Het onderwerp is nu weer in de schoot van ICAO teruggeworpen.
Toch pretenderen satelliet-systemen aantrekkelijke verbeteringen te bieden voor de luchtverkeersbeveiliging, zowel op het gebied van de communicatie (lucht/grond/lucht zowel als grond/grond), surveillance en de navigatie. Maar de technische oplossingen zijn zeker nog niet risicoloos. Deze, gevoegd bij de economische risico's van hoge kosten, leveren voldoende reden voor aarzeling op. Toch denk ik dat deze barrières uiteindelijk kunnen en zullen worden opgelost.
Veel moeilijker is wellicht de organisatorische problematiek verbonden aan het realiseren van satelliet-systemen. Ik sluit even uit dat een enkel groot land nationaal een satelliet-systeem voor bepaalde functies van de luchtverkeersbeveiliging zou kunnen realiseren. Maar elders zal een satellietsysteem de kosten-baten verhouding evenwel alleen dan aanvaardbaar kunnen doen zijn als het op grote, wellicht wereldomvattende, maar in ieder geval op grootscheepse internationale schaal wordt aangepakt. Dat brengt o.a. een nauwelijks overzienbare institutionele problematiek met zich, die moet worden opgelost om het management van zo'n systeem op stapel te kunnen zetten. Een institutionele problematiek, die zich niet beperkt tot aangelegenheden van juridische of van financiële aard; overigens zijn binnen dat kader vraagstukken van verantwoordelijkheid, aansprakelijkheid, kostenverdeling en kostenverhaal reeds van behoorlijk kaliber. Maar bovendien zullen politieke belangen en beïnvloedingen een rol van betekenis gaan spelen.

Interessant is het overigens om vast te stellen, dat de grootste behoefte aan een telecommunicatie-infrastructuur met behulp van satellieten ligt in die delen van de wereld, die technologisch en financieel het zwakst zijn. Immers, in de ontwikkelingsgebieden is nog geen uitgebreide infrastructuur aanwezig. Een satellietsysteem zou voor die gebieden een enorme stap voorwaarts kunnen betekenen en wellicht een veel groter nut opleveren dan in die delen van de wereld, waar reeds over uitgebreide en goed uitgeruste luchtverkeersbeveiligings-systemen wordt beschikt. Hoezeer wij misschien vinden dat in laatstbedoelde gebieden de luchtvaart het meest intensief en dus ook het belangrijkst is, laten we ons wel realiseren dat luchttransport van vitale betekenis is voor de ontwikkelingsgebieden. Misschien wordt dit geïllustreerd door het gegeven, dat in die gebieden meer dan de helft van de internationale luchthavens van de wereld liggen. Deze gebieden zijn evenwel niet in staat om de technische, financiële en organisatorische aanzet te geven tot een revolutionaire stap als een satellietsysteem voor de luchtvaarttelecommunicatie.
De luchtvaarttelecommunicatie zal, naar ik meen

te mogen concluderen, nog wel geruime tijd met beide benen op de grond moeten blijven. Maar niemand zal dat durven te stellen voor de volgende eeuw.

DE BELEIDSVORMING VOOR DE TOEKOMST

Wanneer men het vele dat op ons afkomt - en zelfs grotendeels reeds beschikbaar is - overziet is het wellicht wat benauwend dat nauwelijks te ontkomen is aan de indruk dat men door de bomen het bos niet meer ziet, of - in een luchtvaartvariant daarop - men moeite heeft de juiste koers te bepalen. En dat is niet geheel onwaar. Diverse studie- en onderzoekorganen, instituten, comité's etc. zijn vanuit specifieke technologische invalshoeken bezig met verdergrijpende ontwikkelingen. Op zich niet ongezond, omdat dat de waarheid van de potentiële mogelijkheden helpt boven komen. Maar ook dwingt dat tot het maken van keuzes en dat is moeilijk.
Zo graag wordt in de luchtvaart voorkeur uitgesproken voor evolutionaire ontwikkeling vanuit het gevoel dat dat de weg is met de minste risico's wat de veiligheid betreft. Maar de technologie, met name de moderne systeem-filosofie maakt het steeds moeilijker om die benadering overeind te houden. De overgang van ILS naar MLS is al nauwelijks meer evolutionair te noemen.
Een andere factor die het maken van keuzes bemoeilijkt is dat, op het tijdstip van die keuze, zich al weer nieuwe ontwikkelingen aandienen die pretenderen diezelfde functie of functies beter en goedkoper te kunnen en bovendien tevens nog andere functies te kunnen vervullen. En als die pretenties dan worden gesteund door concurrerende nationaal economische belangen, dan is er weer een geheel andere factor in het geding.
Een variant op dit verschijnsel treedt op wanneer tijdens de langdurige periode die vooraf gaat aan het tijdstip van de keuze, het oude systeem technisch zodanig wordt verbeterd dat de vraag opkomt of de vervanging nog wel nodig is. En zo iets is natuurlijk weer een aangrijpingspunt voor degenen die, zoals hiervoor geschetst, weliswaar voor "iets later", iets "nog mooiers" hebben te bieden.
Naast dit soort overwegingen is een vraag van fundamenteel belang welke systeembenadering moet worden gevolgd nu de technologie ons wellicht niet alle. maar dan toch zeer veel mogelijkheden heeft te bieden. Wij zullen met name de vraag moeten betantwoorden hoeveel eieren wij in één mand wensen.

- Aanvaarden we b.v. dat berichten-uitwisseling en vliegtuignavigatie worden samengebracht in eenzelfde systeem?
- Aanvaarden we dat het surveillance systeem van de luchtverkeersleiding niet geheel onafhankelijk is van boordapparatuur in het vliegtuig?
- Aanvaarden we dat de positiebepaling door het vliegtuig en die ten behoeve van de verkeersleiding in eenzelfde systeem worden samengebracht?
- Aanvaarden we dat de vlieger, door middel van een "traffic situation display" in de cockpit, als het ware over de schouder van de verkeersleider kan meekijken en dus kan oordelen en dus kan mee-beslissen?
- Aanvaarden we dat verkeersleiding meer bevoegdheid krijgt en een beetje mede-vliegtuigbesturing gaat uitoefenen?
- En als we functies samenvoegen, hoeveel duplicatie , triplicatie of nog meer eisen we dan om de veiligheid op een aanvaardbaar niveau te houden?

En zo zijn er nog wel enkele vragen op te roepen, die de beleidsvorming voor de toekomst tot een niet eenvoudige maken. Maar we kunnen en mogen het beantwoorden daarvan in internationaal verband niet ontlopen ....

Het is dan ook een goede stap geweest, die in ICAO is genomen om duidelijkheid te gaan scheppen in de richting die moet worden gevolgd: de ICAO Raad besloot, en is daarin recentelijk gesteund door de Algemene Vergadering, om een Speciaal Technisch Comité te belasten met het uitzetten van beleidslijnen voor de ontwikkeling van de luchtverkeersbeveiliging in de overzienbare toekomst. Men denkt daarbij aan een periode van 25 jaren.
In de opdracht van dit Comité, dat in het begin van 1984 zal worden geformeerd, is opgenomen dat naast technische, operationele en economische vraagstukken ook de hiervoren genoemde problemen van institutionele aard moeten worden bestudeerd. Waarmee het belang daarvan is onderschreven.

Het is buiten twijfel, dat de technische systemen waarover U vandaag nader wordt geïnformeerd, hun plaats zullen hebben in die ontwikkeling. Er zullen zeker andere aan worden toegevoegd; de opdracht aan het Comité verwijst, terecht, ook expliciet naar satellietsystemen.

Ik geloof niet, dat het Comité zal lijden onder een gebrek aan potentieel-rijpe proposities. Ik denk dat het grootste probleem zal blijken te zijn om daaruit een internationale ontwikkeling te destilleren die een voldoende, economisch en institutioneel draagvlak zal hebben (de politieke factor daarbij inbegrepen).

Ik wil graag mijn inleiding afsluiten met vast te stellen dat het in dit wereldcommunicatiejaar genomen besluit van de ICAO Raad om een toekomstgericht internationaal beleid voor "civil aviation air navigation" te ontwikkelen dat is afgestemd op de nieuwste technologie, voor de internationale burgerluchtvaart een bijzonder accent heeft gegeven aan dit wereldcommunicatie-jaar.

Voordracht gehouden tijdens de 318e werkvergadering.

MICROGOLF LANDINGSSYSTEEM

door

T.H.M. Hagenberg

Het Microgolf LandingsSysteem (MLS) is een nieuw naderings- en landingshulpmiddel dat recent internationaal is gestandaardiseerd door de International Civil Aviation Organization (ICAO).
MLS zal in de nabije toekomst het bestaande Instrument Landing System (ILS) gaan vervangen.
In dit rapport zal een beschrijving van MLS worden gegeven. Hierbij zal nader worden ingegaan op de mogelijke MLS configuraties, de systeemwerking en eveneens op de grondapparatuur en de bijbehorende boordapparatuur.

INTRODUCTIE

Algemeen

Voor de eerste maal in de historie van de International Civil Aviation Organization (ICAO) is na een uitgebreide evaluatie van verschillende systeemvoorstellen een totaal nieuw naderings- en landingshulpmiddel aangenomen voor internationale standaardisatie.

Het nieuwe hulpmiddel wordt het Microwave Landing System (MLS) genoemd en is gebaseerd op de z.g. Time Reference Scanning Beam (TRSB) techniek.

Het microgolflandingssysteem is ontworpen om tegemoet te kunnen komen aan een breed scala van eisen die de luchtvaart nu stelt en in de toekomst zal stellen. MLS zal in de toekomst het bestaande Instrument Landing System (ILS) gaan vervangen.

Historie

Het sinds 40 jaar in gebruik zijnde ILS is een systeem, waarbij een tweetal zenders op de grond signalen uitzenden, die in het landende vliegtuig worden ontvangen en waarmee vervolgens de laterale verplaatsing ten opzichte van de verlengde hartlijn van de landingsbaan en de vertikale verplaatsing ten opzichte van een gegeven glijpad naar de landingsbaan worden afgeleid. De ILS eindnadering bestaat altijd uit een enkel rechtlijnig pad.

ILS werkt in de 100 MHz band voor de laterale geleiding (localizer) en in de 300 MHz band voor de vertikale geleiding (glideslope). De localizer antenne produceert relatief brede bundels van 6° tot 10° langs een enkel naderingspad. Deze brede localizer bundels zijn gevoelig voor reflecties ("multipath") veroorzaakt door bebouwing op of nabij het vliegveld. De glijpadantenne, die bestaat uit twee of drie elementen gemonteerd op een vertikale mast, vereist grondreflectie om het geleidingssignaal te formeren. Een vlakke bodem, vrij van obstakels tot tenminste 400 meter van de antenne is noodzakelijk voor een goede werking. Bovendien is het om ongewenste multipath te voorkomen noodzakelijk, dat een omvangrijk gebied (protection area) voor de antennes vrijblijft van vliegtuigen en andere voertuigen.
Ofschoon op vele luchthavens een obstakelvrije omgeving en een voldoende vlakke bodem voorkomen, waarmee een goede ILS service kan worden geboden, zijn er toch veel luchthavens waar genoemde vereiste condities ontbreken. Dit kan resulteren in ILS signalen die beperkingen opleggen aan de vliegtuigoperaties (b.v. beperkingen in het gebruik van het ILS signaal op lage hoogten). Op andere plaatsen in de wereld kan het terrein zo onregelmatig zijn, dat een ILS installatie volledig onbruikbaar zou zijn.

MLS als de vervanger van ILS

MLS is specifiek ontworpen om bovengenoemde beperkingen van ILS te elimineren en om een grotere flexibiliteit te bieden ten einde te voldoen aan de huidige en voorziene toekomstige operationele eisen gerelateerd aan nauwkeurige naderings- en landingsgeleiding. Het MLS is in staat service te verschaffen aan nagenoeg alle klassen van vliegtuigen zoals conventionele verkeersvliegtuigen, helikopters en vliegtuigen ontworpen voor operaties vanaf korte banen. Ieder type vliegtuig kan de voordelen van zijn inherente flexibiliteit benutten door het selecteren van een geëigend naderingspatroon. Een MLS naderingspatroon behoeft niet noodzakelijkerwijze rechtlijnig te zijn. Beperkingen van ILS, in het bijzonder de gevoeligheid voor plaatsingscondities, omgevend terrein en weerseffekten kunnen voor een deel worden toegeschreven aan de frequentie-band, waarin ILS opereert. Daarom is de frequentiekeuze voor MLS een erg belangrijk

ontwerpaspekt geweest. Door gebruik te maken van microgolven (5 GHz band) kunnen een aantal belangrijke voordelen worden benut. Het is daardoor mogelijk smalle, nauwkeurig gevormde bundels te vormen met fysiek kleinere antennes, waardoor de MLS signalen aanzienlijk minder gevoelig zijn voor plaatsingscondities en omgevend terrein (multipath). Omdat het signaal direct door de antenne wordt gevormd, worden er nagenoeg geen eisen gesteld aan het omgevend terrein. Hierdoor kan een hoge signaal kwaliteit tot op zeer lage hoogten boven de landingsbaan worden verkregen, hetgeen heeft geleid tot een enkele standaard voor nauwkeurigheid en dekkingsgebied. Deze standaard voor nauwkeurigheid is voldoende om automatische landingsoperaties op een regelmatige basis mogelijk te maken.

BESCHRIJVING VAN HET MICROGOLF LANDINGSSYSTEEM

Algemeen

Het microgolf landingssysteem is een precisie naderings- en landingsgeleidingssysteem, dat driedimensionale positie informatie levert en relevante grond/lucht data. De positie-informatie wordt verstrekt in een breed dekkingsgebied en wordt bepaald door een azimut- en elevatiehoekmeting en een afstandsmeting (zie Fig. 1).

MLS configuraties

Het microgolf landingssysteem is in een basis configuratie opgebouwd uit de volgende systeemcomponenten (zie Fig. 2):

- approach azimut-apparatuur
- approach elevatie-apparatuur
- apparatuur voor het verzenden van basis datawoorden
- Distance Measuring Equipment (DME).

In een uitgebreidere configuratie is toevoeging van een of meer van de volgende systeemcomponenten mogelijk:

- back azimut-apparatuur
- flare elevatie-apparatuur
- apparatuur voor het verzenden van z.g. auxiliary datawoorden.

Systeem-werking

Het signaalformaat van de MLS hoekinformatie en data is gebaseerd op time division multiplexing (TDM).

Iedere funktie wordt achtereenvolgens in een bepaalde volgorde uitgezonden op een enkele draaggolf frequentie, als weergegeven in Fig. 3a en b. Het basisprincipe voor het afleiden van de hoekinformatie is gebaseerd op de time reference scanning beam (TRSB) techniek. De hoekinformatie wordt afgeleid door het tijdsverschil te meten tussen het achtereenvolgens passeren van gerichte, ongemoduleerde nauwe waaiervormige bundels (zie Fig. 4 voor de azimut funktie). Voor de scannende bundels van approach azimut, approach elevatie, flare elevatie en back azimut funkties zijn afzonderlijke tijdslots toegewezen zoals hierboven reeds vermeld is. (Zie Fig. 3b). Aan een transmissie van een scannende bundel gaat een transmissie van een z.g. preamble vooraf, die wordt uitgestraald door een separate sector-antenne in het MLS dekkingsgebied. Deze preamble identificeert de erop volgende funktie en draagt eveneens zorg voor de synchronisatie van de signaalverwerking in de MLS ontvanger in het vliegtuig. Naast de hoekscanfunktie zijn er de basis en auxiliary data funkties, ieder met zijn eigen preamble, die onafhankelijk van elkaar worden uitgezonden door de sector-antennes. De preamble en de data funkties zijn DPSK (differential phase shift keying) gemoduleerd. Doordat een preamble een funktie eenduidig identificeert kan een MLS configuratie met funkties worden uitgebreid (of verminderd) zonder de werking van de MLS ontvanger te beïnvloeden. De afstandsmeting geschiedt d.m.v. Distance Measuring Equipment (DME) in een afzonderlijk signaal formaat. Een interrogatie signaal vanuit het vliegtuig wordt ontvangen door een grondtransponder. Deze DME transponder antwoordt met een signaalformaat met een gekalibreerde tijdsvertraging. De looptijd van het signaal is derhalve een maat voor de afstand tussen vliegtuig en grondtransponder.

Grondapparatuur

De MLS grondapparatuur genereert het signaal in de ruimte voor de hoekgeleiding en de bijbehorende data. De grondstations voor ieder van de geleidingsfunkties zijn geografisch gescheiden, waarbij het azimut-station eveneens zorgdraagt voor de correcte tijdsynchronisatie van de andere stations. Verschillende typen antennes zijn noodzakelijk voor de diverse funkties.

Een hoge mate van apparatuur monitoring is toegepast voor zowel veiligheids- als onderhoudsdoeleinden. In de volgende secties zal op de werking van de diverse MLS funkties nader worden ingegaan.

Azimut geleidingsfunktie

De antennes voor approach en back azimut geleiding produceren een waaiervormige bundel die smal is in het horizontale vlak en breed in het vertikale vlak. Deze bundel wordt telkens met een constante hoge snelheid heen en weer bewogen tussen de horizontale grenzen van het dekkingsgebied (zie Fig. 5). Iedere transmissie ten behoeve van de azimuthoek bestaat uit een z.g. "TO" scan gevolgd door "FRO" scan. De verstreken tijd tussen ontvangst van de TO scan en de FRO scan is direkt gerelateerd met de azimuthoek van de ontvangstantenne ten opzichte van de 0° azimut (overeenkomend met het verlengde van hartlijn van de landingsbaan). De sector waarin proportionele azimut informatie beschikbaar is, is maximaal plus of min 40 graden en minimaal plus of min 10 graden. Wanneer de sector waarin proportionele azimut-geleiding wordt verschaft minder is dan plus of

min 40 graden dan wordt aanvullende z.g. "clearance" geleiding verstrekt door de uitzending van z.g. "fly left/right" signalen in het signaalformaat van de azimut funkties (zie Fig. 6). Deze signalen geven de vlieger een globale indicatie om binnen het gebied te komen waarin proportionele geleiding wordt gegeven. Bovendien is een voorziening getroffen voor het uitzenden van z.g. "out-of-coverage" indicatie-signalen, die eveneens in het azimut-signaalformaat zijn opgenomen en die de vlieger aangeven dat buiten het dekkingsgebied van de MLS faciliteit wordt gevlogen.

Elevatie geleidingsfunktie

De elevatie-antenne produceert een waaiervormige bundel die smal is in het vertikale vlak en breed in het horizontale vlak. Deze bundel wordt met een hoge constante snelheid telkens op en neer bewogen tussen de vertikale grenzen van het dekkingsgebied (zie Fig. 7). Iedere elevatie transmissie bestaat eveneens uit een "TO" scan gevolgd door een "FRO" scan. De verstreken tijd tussen ontvangst van de TO scan en de FRO scan is direkt gerelateerd met de elevatiehoek van de ontvangst antenne ten opzichte van het horizontale vlak. Er is eveneens een voorziening voor transmissie van een z.g. "out-of-coverage" indicatie in het signaalformaat voor elevatie.

Data funkties

De grondapparatuur zendt "basic" data uit, die direkt gerelateerd zijn met MLS operaties, zoals o.a. afstand tussen azimut-antenne en baandrempel, minimum glijpad en systeemstatus. Er is ook voorzien in de transmissie van "auxiliary" data. Hierin kunnen o.a. meteorologische gegevens en andere supplementaire informatie vervat zijn. De data transmissies zijn beschikbaar in het azimut-dekkingsgebied.

Afstandsmeting

De afstandsinformatie wordt verstrekt door een nieuwe versie van DME (DME/P) die speciaal is ontworpen voor gebruik als afstandsmeetelement voor gebruik met MLS. DME/P voorziet in de laatste fase van de eindnadering en tijdens de landing in een verhoogde nauwkeurigheid. Dit wordt bewerkstelligd door de referenties voor tijdsmeting zeer vroeg (in tijd) op de stijgflanken van de meetpulsen te leggen. Hiermee wordt bewerkstelligd, dat optredende signaalreflecties die in het algemeen later in tijd arriveren geen invloed hebben op de meetnauwkeurigheid. De DME/P-kanalen in de L-band zijn gepaard aan de MLS hoekgeleidingsfrequenties, waarbij tevens volledige compatibiliteit wordt behouden met de bestaande airborne DME/N apparatuur.

Antenne implementatie

De "scanning beam" antennes zijn het hart van een MLS installatie. Smalle bundels zijn noodzakelijk die met een nauwkeurig gecontroleerde snelheid scannen. Er zijn verscheidene antenne-technieken toepasbaar voor dit doel. De meest bekende is de "phased array" antenne (zie Fig. 8, 9a en b). De "phased array" heeft een centraal voedingspunt, een netwerk voor vermogensdistributie en een aantal fase-draaiers en een aantal individueel stralende antenne elementen. Door middel van fase-verschuivingen op discrete tijdsintervallen kan de bundel gestuurd worden.

MLS boordapparatuur

De MLS installatie in het vliegtuig bevat voor hoekgeleiding en data funkties de vliegtuigantenne(s), de ontvanger, de bedieningseenheid en noodzakelijke interfaces met andere vliegtuigsystemen. Een afzonderlijke interrogator/ontvanger met gerelateerde antenne verstrekt de benodigde afstandsinformatie. De gebruiker kan in principe die avionica componenten kiezen, die voldoen aan zijn individuele verlangens. Het minimum in deze is een MLS omnidirectional antenne en een hoekontvanger voor gebruik met bestaande ILS aanwijsinstrumenten. De maximum uitrusting kan gewenst zijn voor een gebruiker met automatische landingsmogelijkheden, die kiest voor redundante appartuur voor zowel de hoekontvanger als voor de DME/P interrogator werkend met bestaande aanwijzingsinstrumenten of met een z.g. Electronic Flight Instrument System, zoals toegepast in de laatste generatie verkeersvliegtuigen. Echter de flexibiliteit die MLS biedt in vergelijking met ILS dient vanuit een oogpunt van luchtverkeersleiding enigszins gestructureerd te worden. Deze structurering stelt daarom zekere eisen aan de ontwikkeling van MLS boordavionica, zodat zowel de luchtverkeersleiding als de gebruiker een optimaal gebruik van de potentiele mogelijkheden van MLS kunnen maken. Iedere versie van MLS avionica is volledig compatibel met iedere configuratie van MLS grondapparatuur. De uiteindelijk verstrekte service wordt bepaald door de installatie, hetzij op de grond, hetzij in het vliegtuig met de minste mogelijkheden.

TRANSITIE VAN ILS NAAR MLS

De overgang van ILS naar MLS is een operatie, die zal moeten geschieden in overeenstemming met een internationaal geaccepteerd transitieplan, waarbij de ILS/MLS overgang op een zo efficiënt en economisch mogelijke wijze dient te geschieden voor alle betrokkenen. Tegelijkertijd is het belangrijk, dat het gebruik van ILS apparatuur zowel op grond als aan boord van vliegtuigen wordt gegarandeerd tot tenminste de z.g. ICAO protectie datum, die momenteel gesteld is op 1 januari 1995.

Een eerste versie van het transitieplan is gebaseerd op de volgende faktoren:

- de ILS protectie-datum

- het z.s.m. bieden van MLS service daar waar ILS service uit oogpunt van operationele, technische of economische redenen niet kan worden geboden
- het instandhouden van het bestaande niveau van ILS service tot 1 januari 1995
- de behoefte aan een spoedige MLS introduktie om ervaring op te doen in een operationele omgeving
- het vermijden van een onnodig lange transitie-periode
- de behoefte aan regionale planning gebaseerd op een coherent luchtroute netwerk
- erkenning, dat sommige potentiële MLS voordelen pas realiseerbaar zijn als alle gebruikers voorzien zijn van MLS apparatuur.

Effectivering van het transitieplan is reeds aangevangen in de Verenigde Staten van Amerika. De planning voorziet in een MLS implementatie op grote schaal in de komende jaren. In Europa verloopt de transitieplanning langzamer omdat een multilaterale overeenstemming hierover tot stand moet komen.

LITERATUUROPGAVE

Anon. ICAO Doc 9310, AWOP/8
Montreal 1980

Anon. ICAO Doc 9341, COM/1981
Montreal 1981

Anon. ICAO Doc 9400, AWOP/9
Montreal 1982

Anon. MLS advisory circular, 165-AN/104
ICAO, Montreal

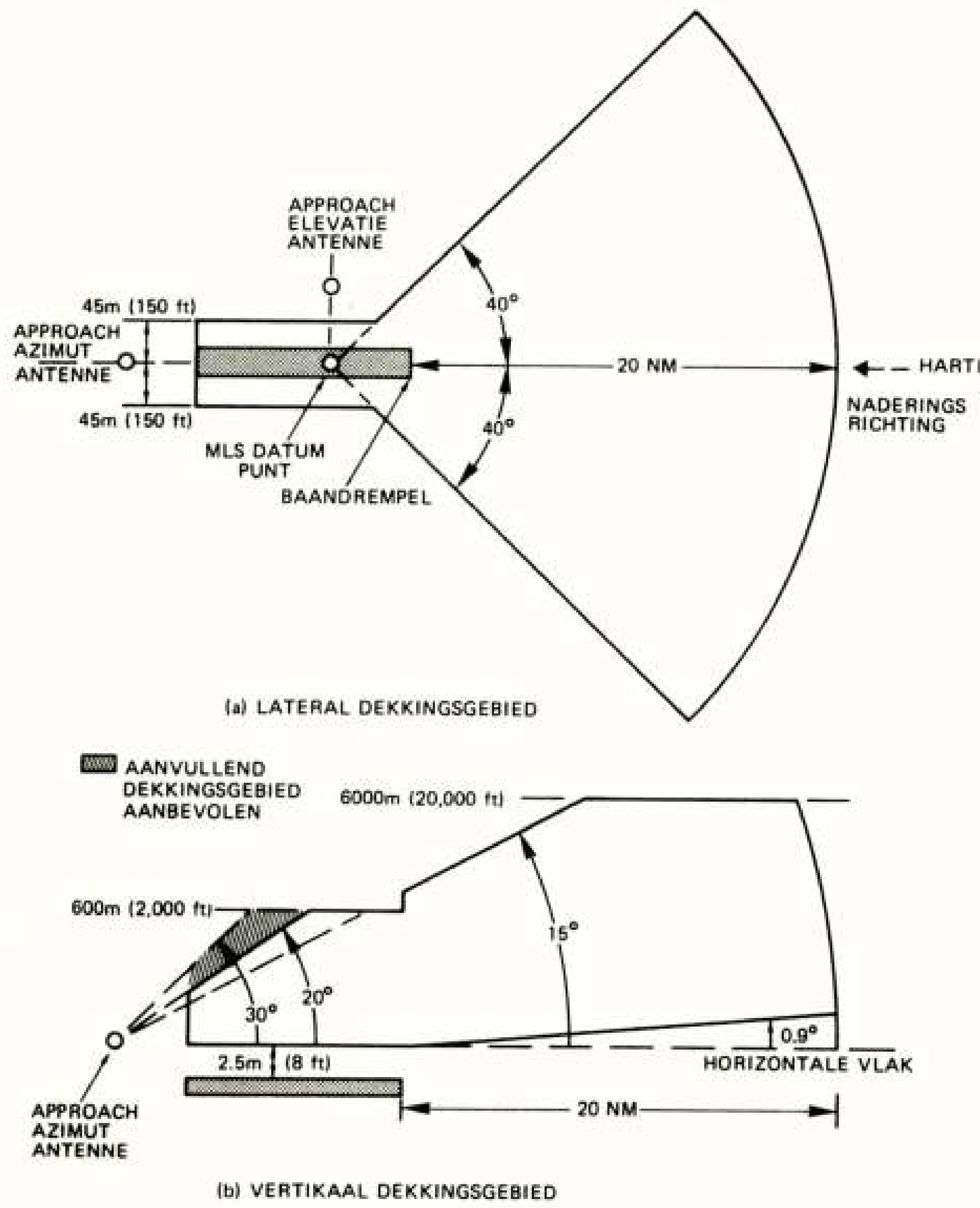


Fig. 1a Approach azimut dekkingsgebied

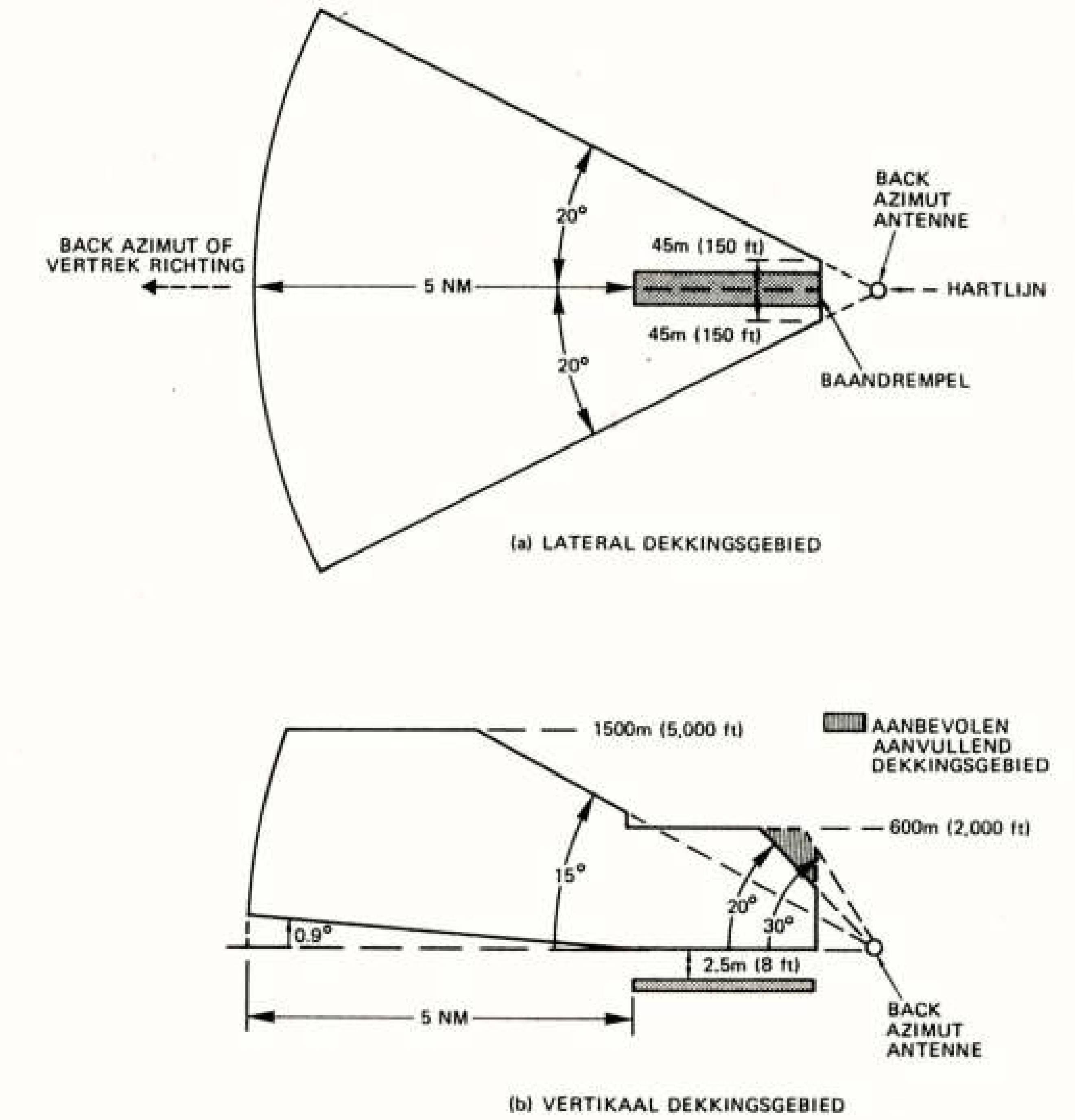


Fig. 1b Back azimut dekkingsgebied

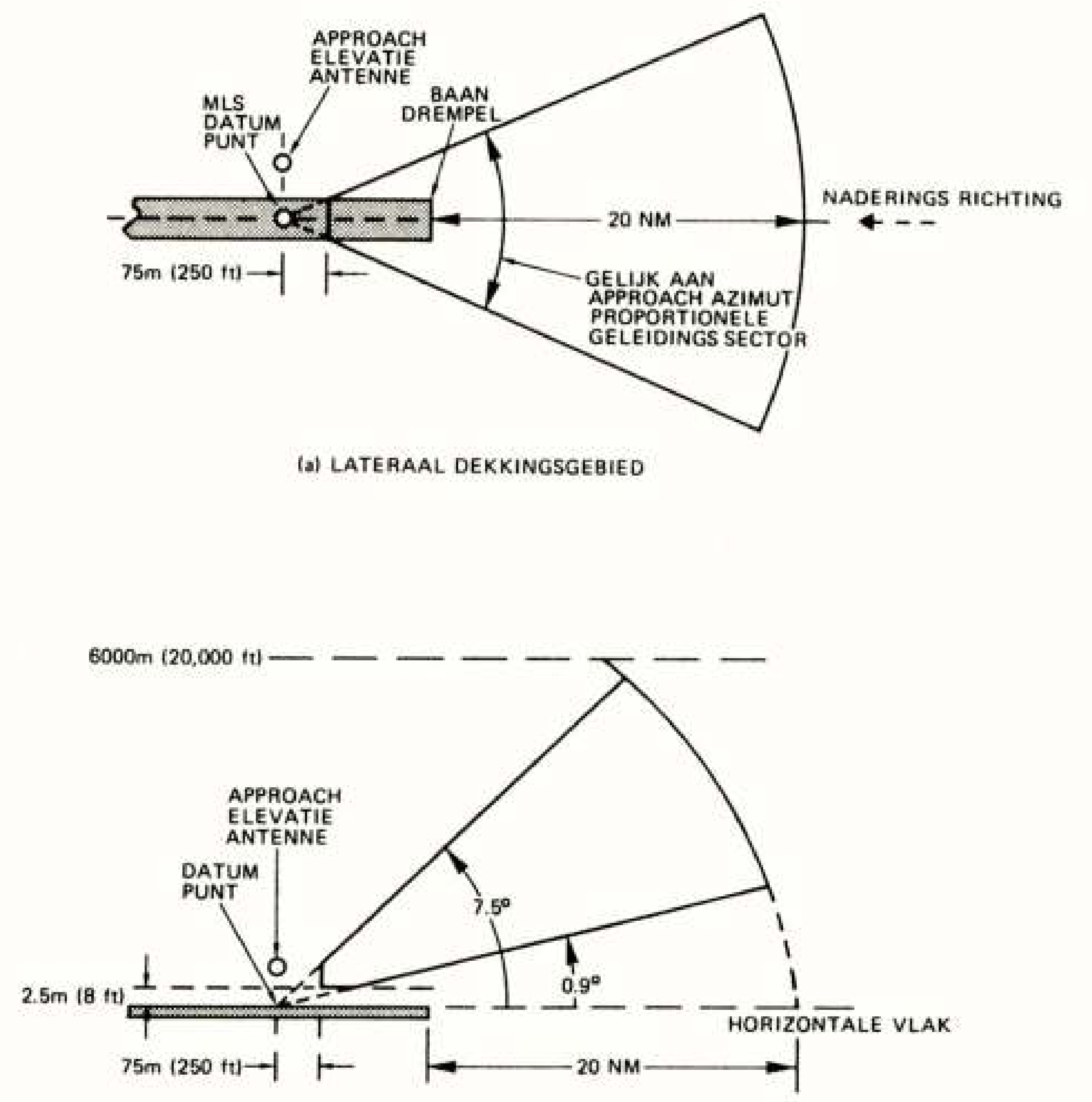


Fig. 1c Approach elevatie dekkingsgebied

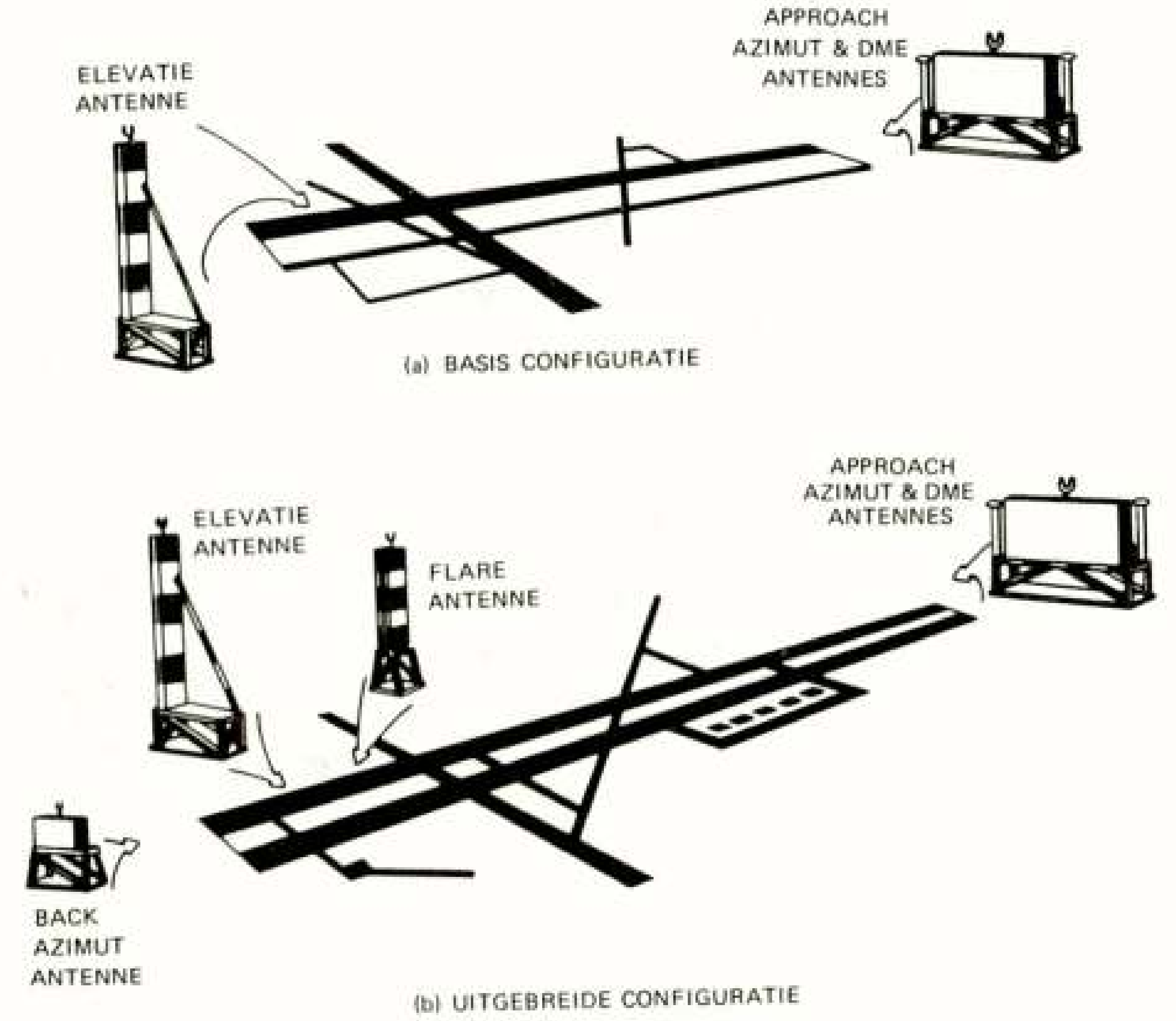


Fig. 2 MLS configuraties

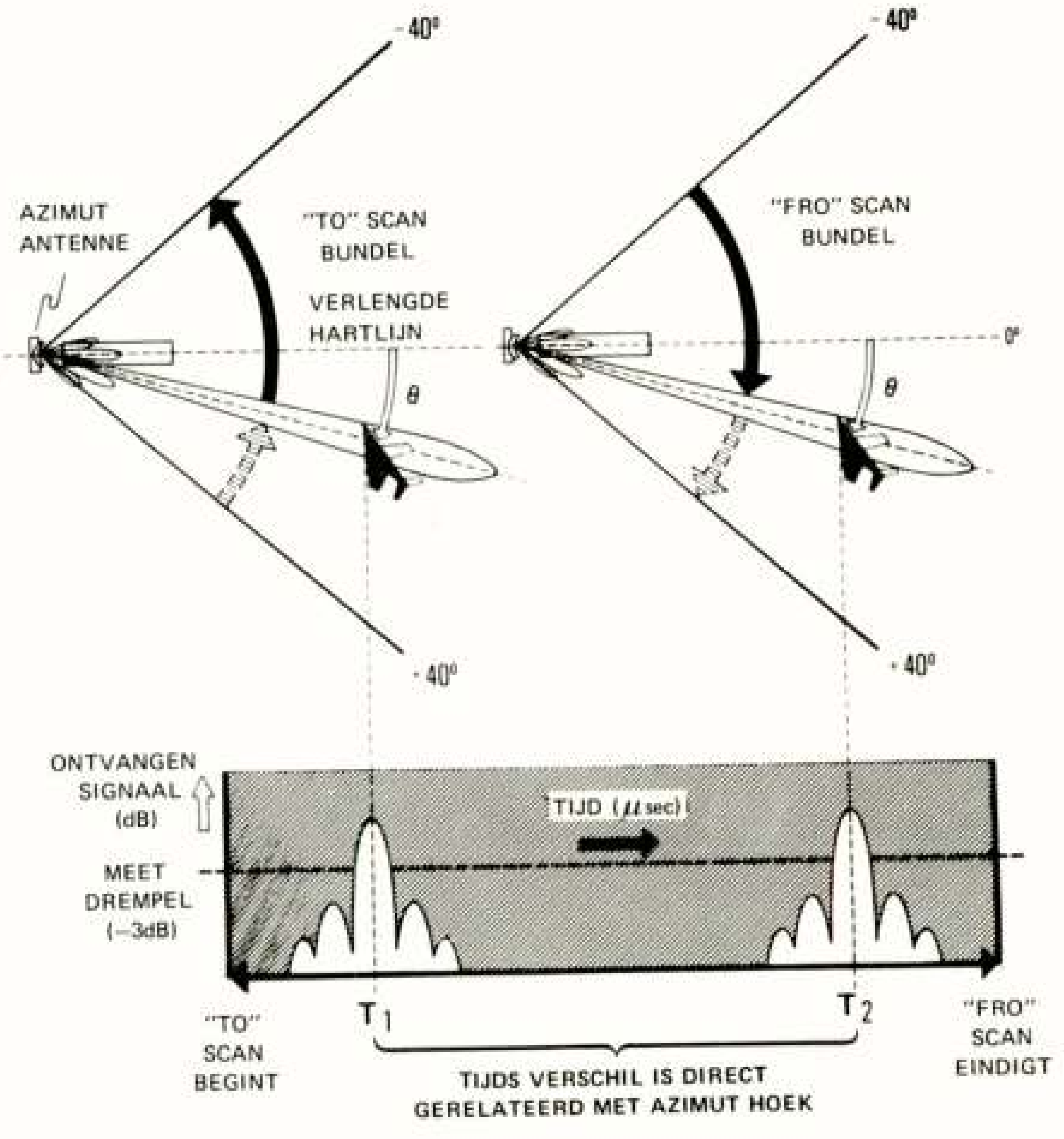


Fig. 4 Tijdsverschil meting

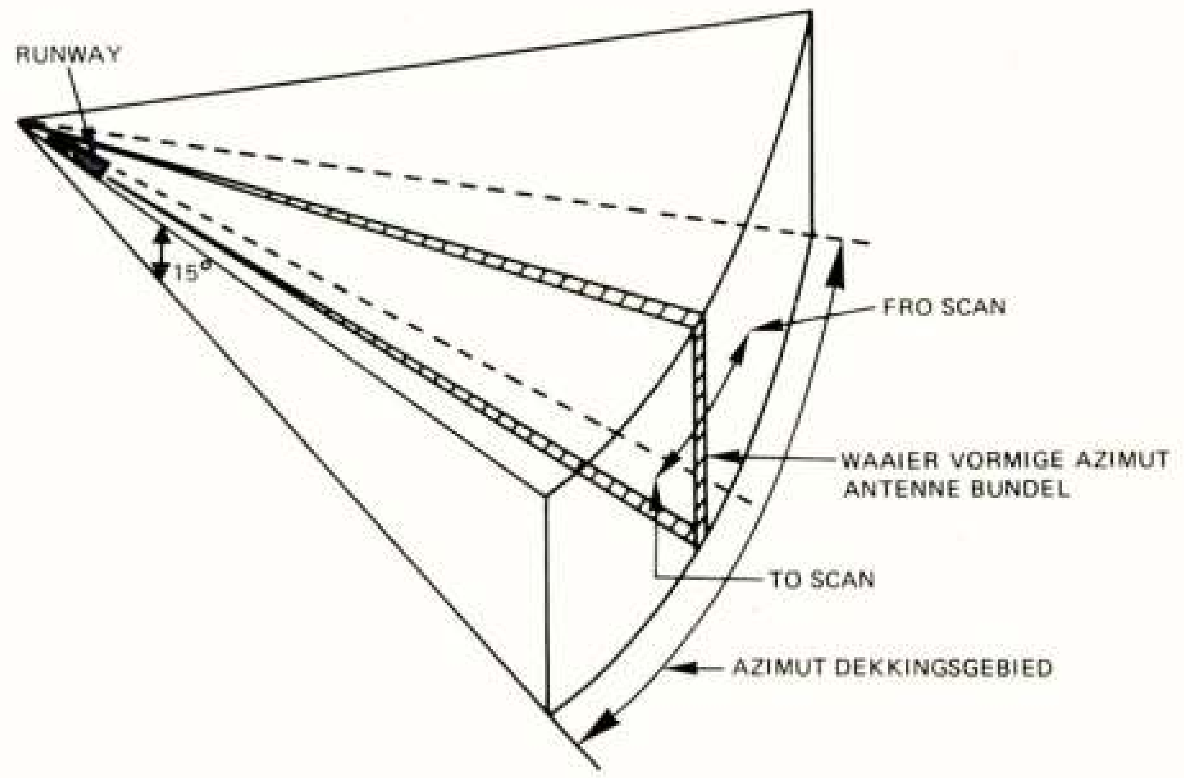


Fig. 5 Heen en weer bewegende azimut bundel in azimut dekkingsgebied

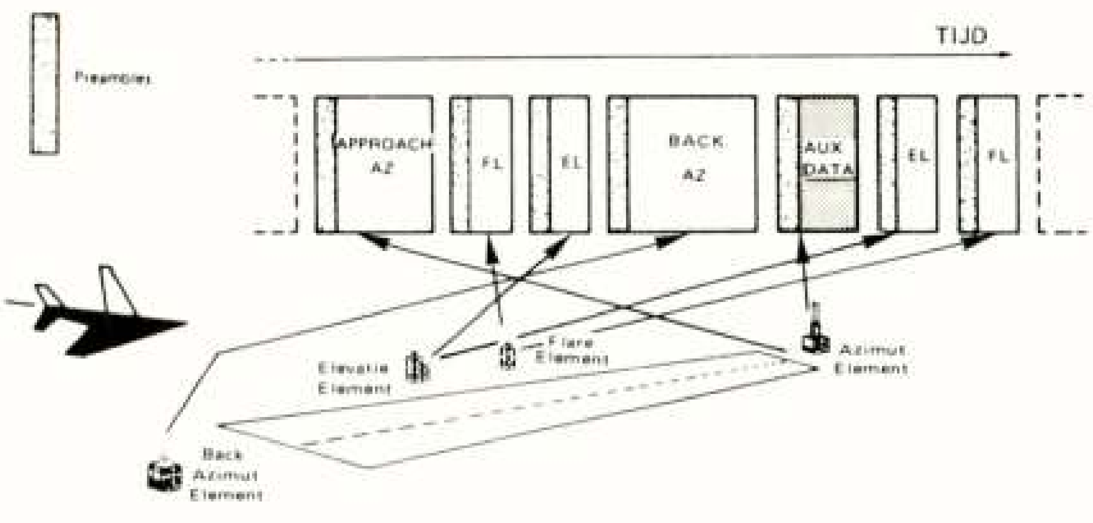


Fig. 3a Time division multiplexed opeenvolging van funkties

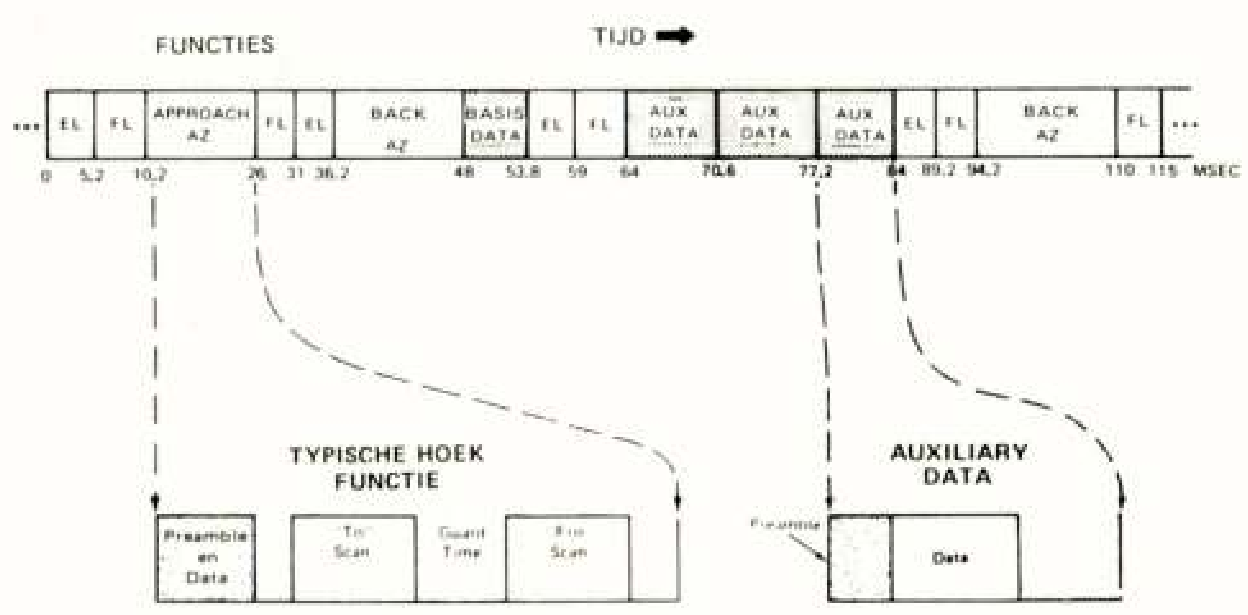


Fig. 3b Opbouw van hoekfunktie en data

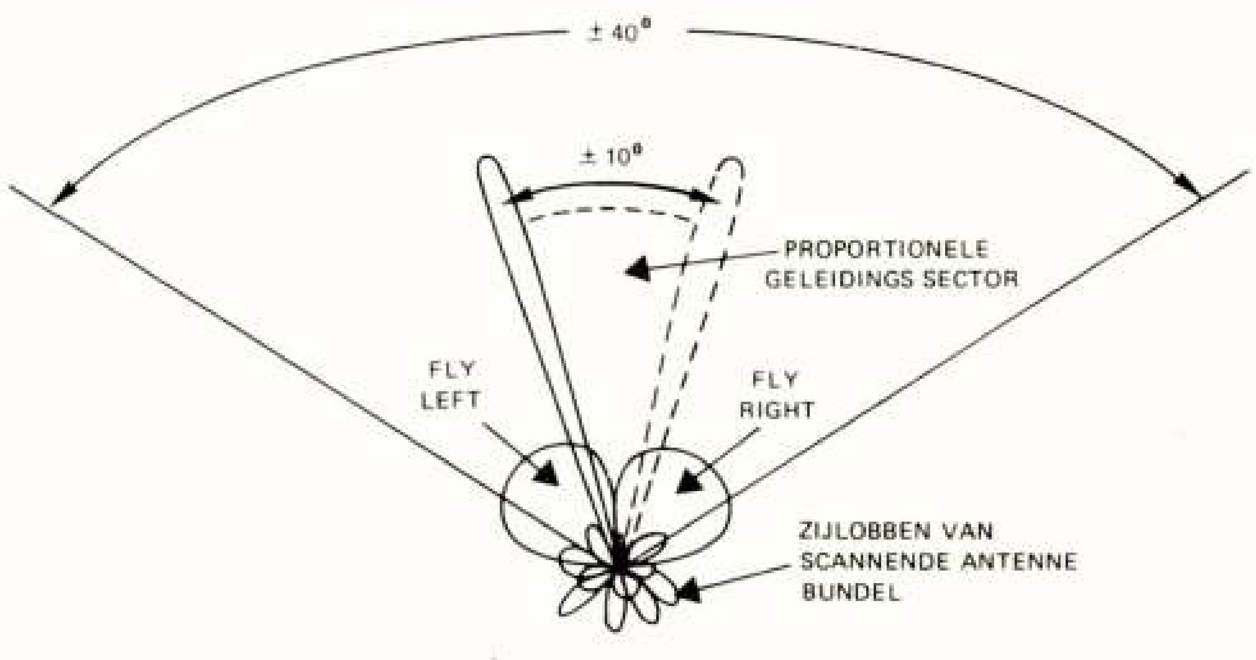


Fig. 6 Fly left/fly right geleiding

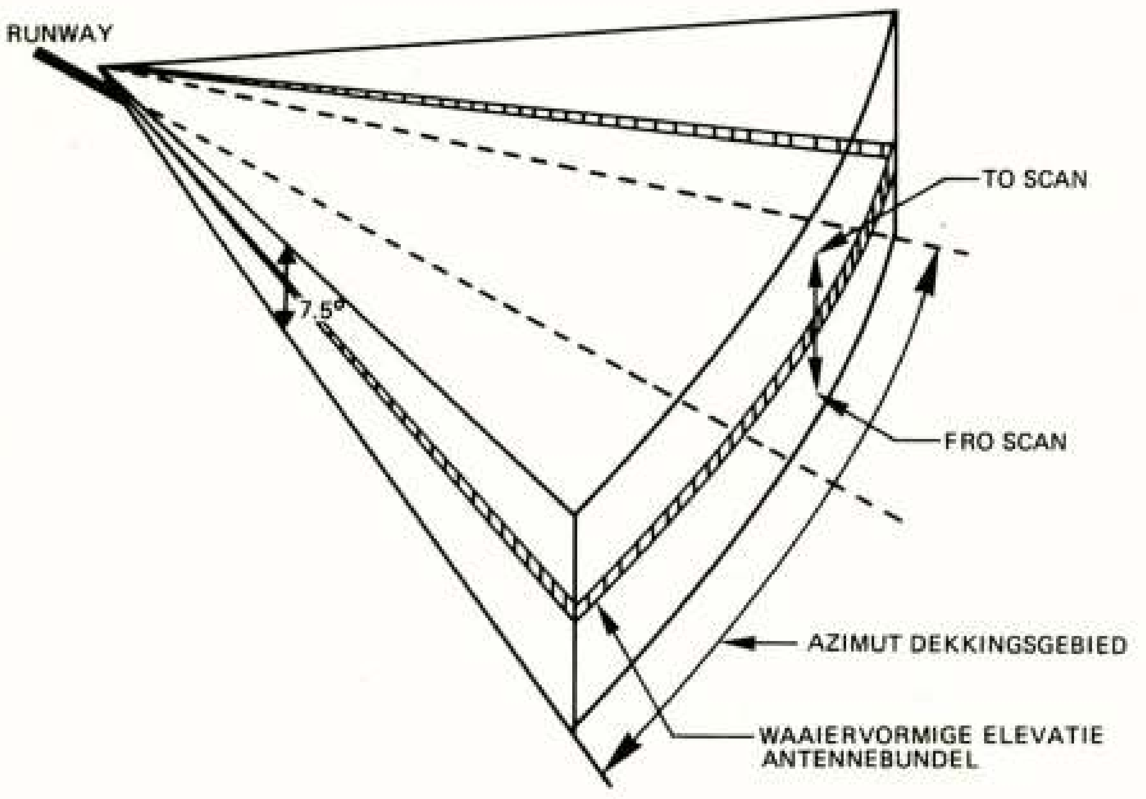


Fig. 7 Op en neer bewegende elevatie-bundel in elevatie dekkingsgebied

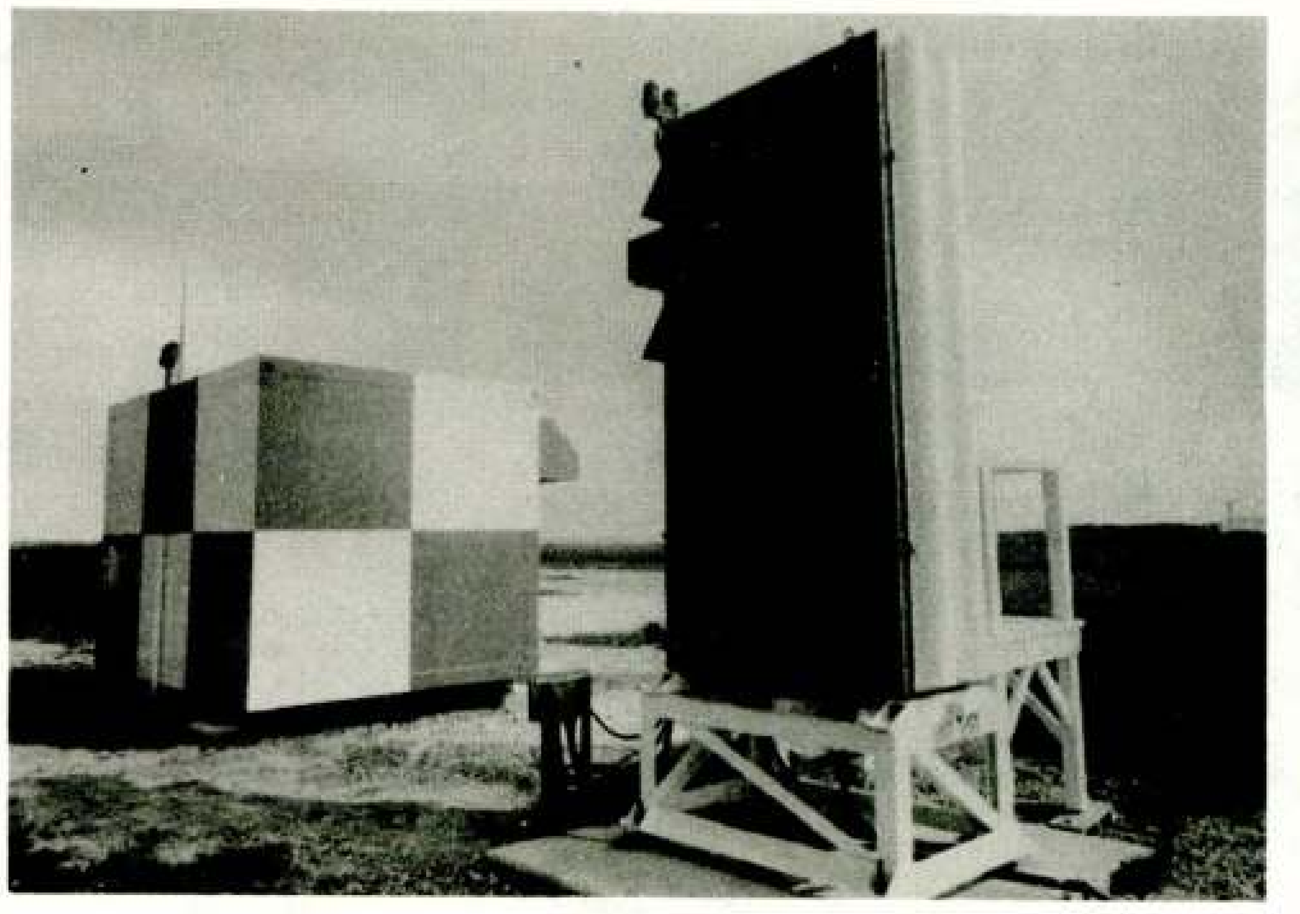


Fig. 9a Phased array elevatie antenne

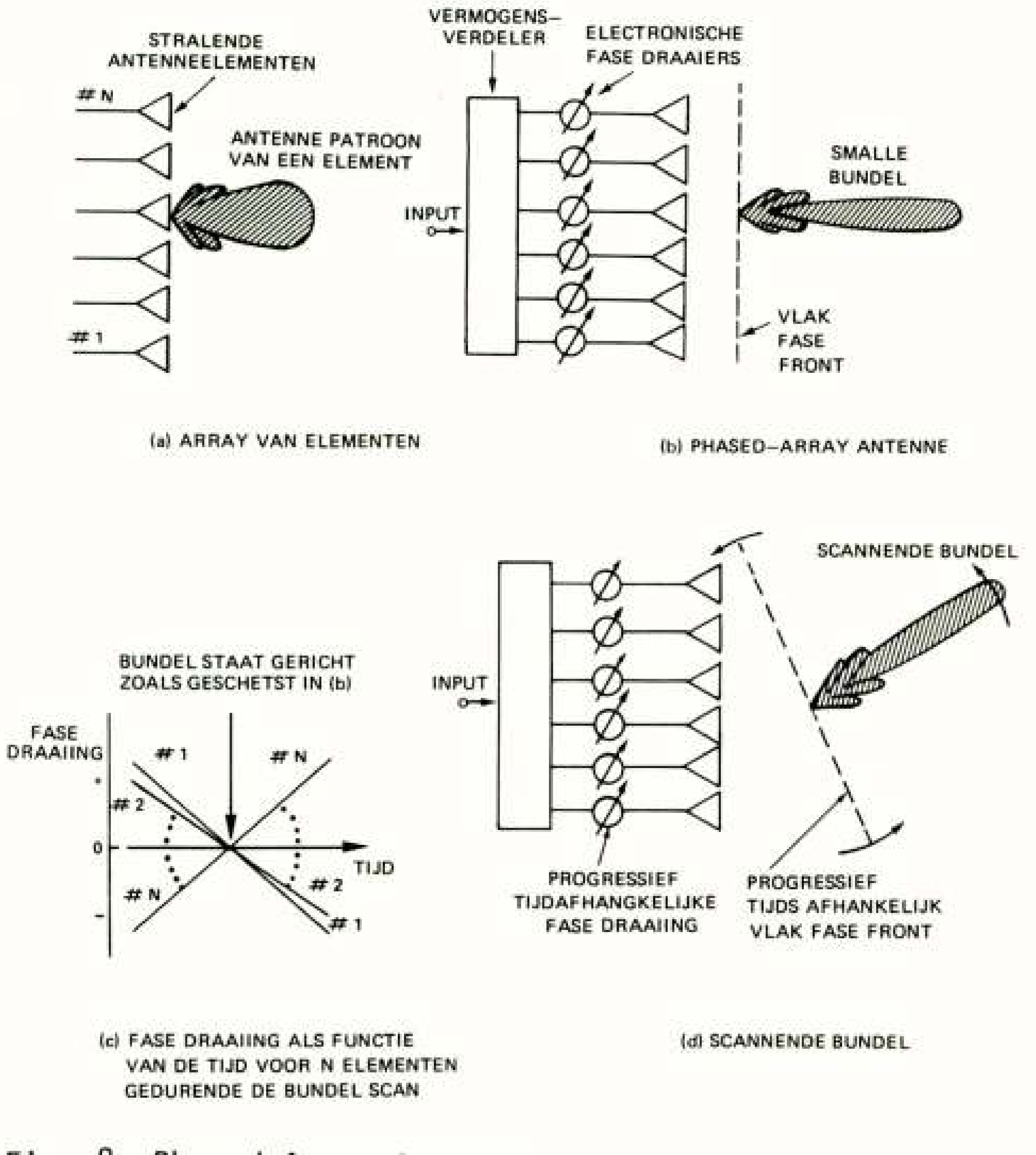


Fig. 8 Phased Array Antenne

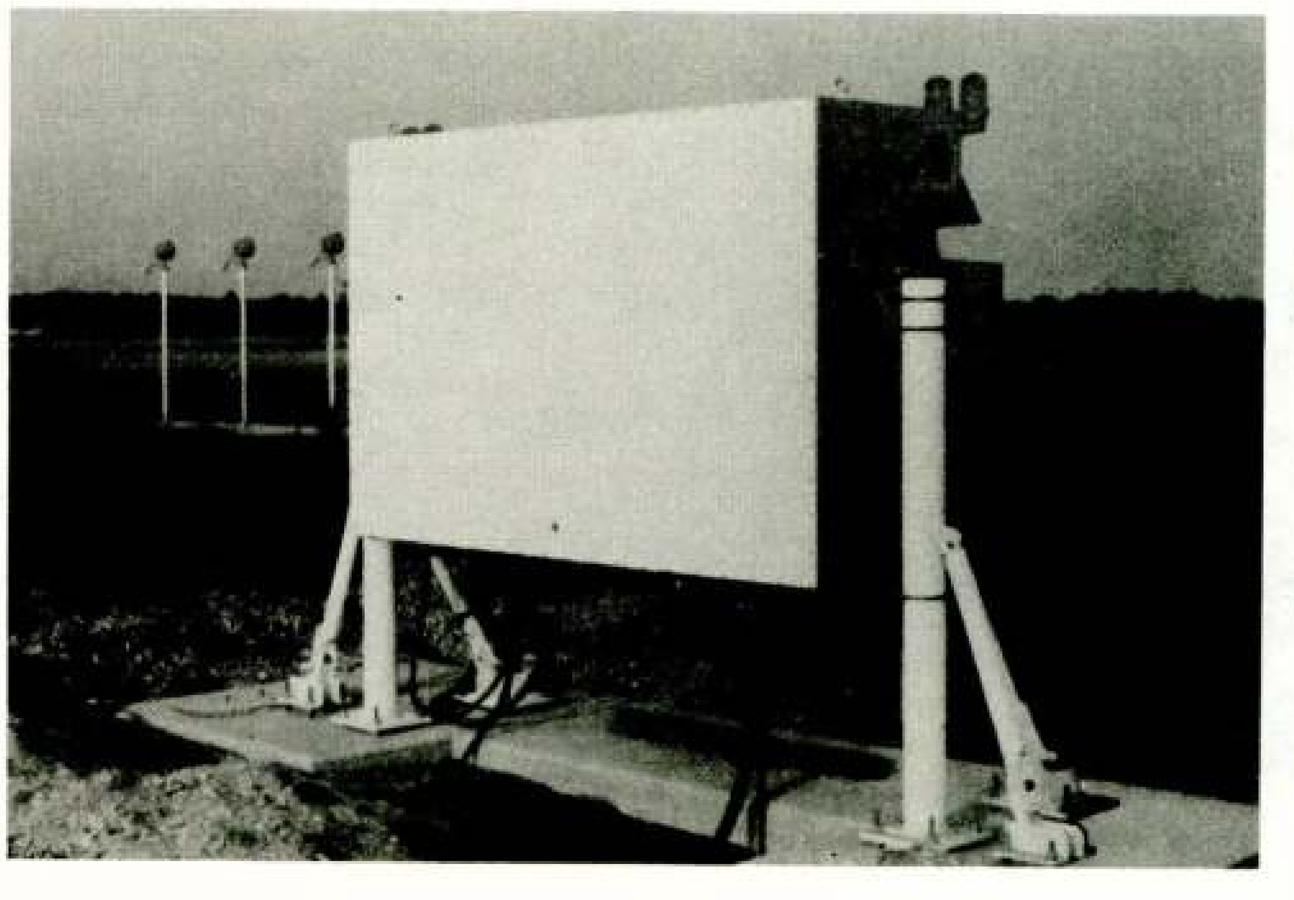


Fig. 9b Phased array azimut antenne

Voordracht gehouden tijdens de 318e werkvergadering.

Secondary Surveillance Radar

ir. W. Aardoom
Rijksluchtvaartdienst, Directie Luchverkeersbeveiliging

SECUNDARY SURVEILLANCE RADAR

De Secundary Surveillance Radar is een groundbased rondzoek radar tbv. het detecteren van targets (vliegtuigen) dat zich met name van primaire radar onderscheidt doordat het gebruik maakt van een coöperatief element aan boord van het target, te weten een transponder.

Zoals fig. 1 schematisch aangeeft zendt het grondsysteem via een ronddraaiende antenne een voortdurende ondervragings pulspatroon uit (afhankelijk van toepassing ca. 400 keer per seconde). Indien een transponder een ondervraging herkent wordt een reply gegenereerd en een vaste tijd na de ondervraging uitgezonden.

Ondervraging geschiedt op 1030 MHz, het reply op 1090 MHz. Voor gebruikelijke antenne bundelbreedtes worden van een vliegtuig gemiddeld 20 replies ontvangen. De bepaling van afstands informatie gebeurt op basis van tijd evenals bij primaire radar. Ten behoeve van azimuth bepaling worden diverse filtering technieken gehanteerd om na bundelpassage uit het veelal onvolledige reply een zo goed mogelijke schatting te maken van de azimuth positie ten opzichte van het radarstation.

Het huidige SSR systeem kent 4 ondervragings en reply Modes.

- Mode A vliegtuig antwoord met een door vlieger ingestelde identificatie code;
- Mode B niet gebruikt;
- Mode C vliegtuig antwoord met automatisch uitgelezen Flightlevel (= hoogte tov. 1013 mb drukvlak uitgedrukt in eenheden van 100 ft);
- Mode D niet gebruikt.
- N.B. Mode B en D zullen waarschijnlijk verdwijnen als internationale standaard.

De ondervragings- en antwoord pulstreinen zijn in fig. 2 weergegeven. De ondervraging bestaat in principe uit twee pulsen P_1 en P_3 waarbij de pulse spacing de interrogatie mode bepaald.

Het reply is opgebouwd uit 13 mogelijke informatiepulsen ingebed tussen twee framing pulsen F_1 en F_2.

In een Mode A reply worden 12 van de 13 bits gebruikt om middels 4 octale getallen de identity code te definiëren zoals door ATC aan de vlieger opgedragen.

In het Mode C reply worden eveneens 12 bits gebruikt voor het in Gray code gecodeerde Flightlevel.

De Mode A code geeft, via decodering op de grond, ATC de gelegenheid individuele vliegtuigen of groepen van vliegtuigen continue te identificeren. Zij is ook het belangrijkste element om de correlatie tot stand te brengen tussen een target en de zgn. vliegplaninformatie, middels welke o.a. op het radarscherm labels met specifieke data betreffende dat vliegtuig aan het vliegtuig symbool gehangen kunnen worden. Met het Mode A reply kan tevens nog de zgn. SPI puls (4,35 µs na F_2) worden meegegeven. Deze wordt geset doordat de vlieger op de transponder de identificatie button indrukt (op verzoek van ATC). Dit geeft voor de verkeersleider een extra mogelijkheid om bijvoorbeeld bij initieel radio contact het vliegtuig met zekerheid te identificeren. Op een radarscherm verschijnt daartoe een speciale indicatie bij het target indien het SPI bit was geset.

Overigens moge duidelijk zijn dat geen code foutdetectie en correctie mechanismen aanwezig zijn, een omgevallen bit is een omgevallen bit en leidt tot foute Mode A of hoogte uitlezing.

De toekenning van codes of blokken codes is een internationale zaak waarbij het systeem langzaam groeit naar een situatie waarbij een vliegtuig van start tot landing zoveel mogelijk een en dezelfde code behoudt. Wel zijn speciale codes in gebruik welke door de vlieger indien mogelijk geselecteerd moeten worden om bepaalde noodsituaties snel aan de grond kenbaar te maken, bijvoorbeeld code 7500 voor unlawful interference (kaping), 7600 voor radio communicatie failure en 7700 voor iedere andere emergency.

Een door SSR grondstation veel gebruikte interrogatie sequence is AACAAC etc.

Ten behoeve van side lobe suppression is in de ondervraging de pulse P_2 gedefinieerd welke omnidirectional door de radar wordt uitgezonden. P_2 komt altijd 2 µs na P_1. Het niveau van P_2 is hoger dan de grootste zijlus in het antenne diagram. Onderdrukking van transponder reactie op een zijlus ondervraging is het gevolg van de afspraak dat een transponder niet mag aanslaan indien 2 µs na P_1 een pulse wordt waargenomen boven een bepaald niveau, een situatie welke zich bij een ondervraging buiten de main lobe zou voordoen. Een en ander is aangegeven in fig. 3.

TEKORTKOMINGEN

Toch kent SSR een aantal tekortkomingen welke zich met name in areas met hogere verkeersintensiteit (USA, NW

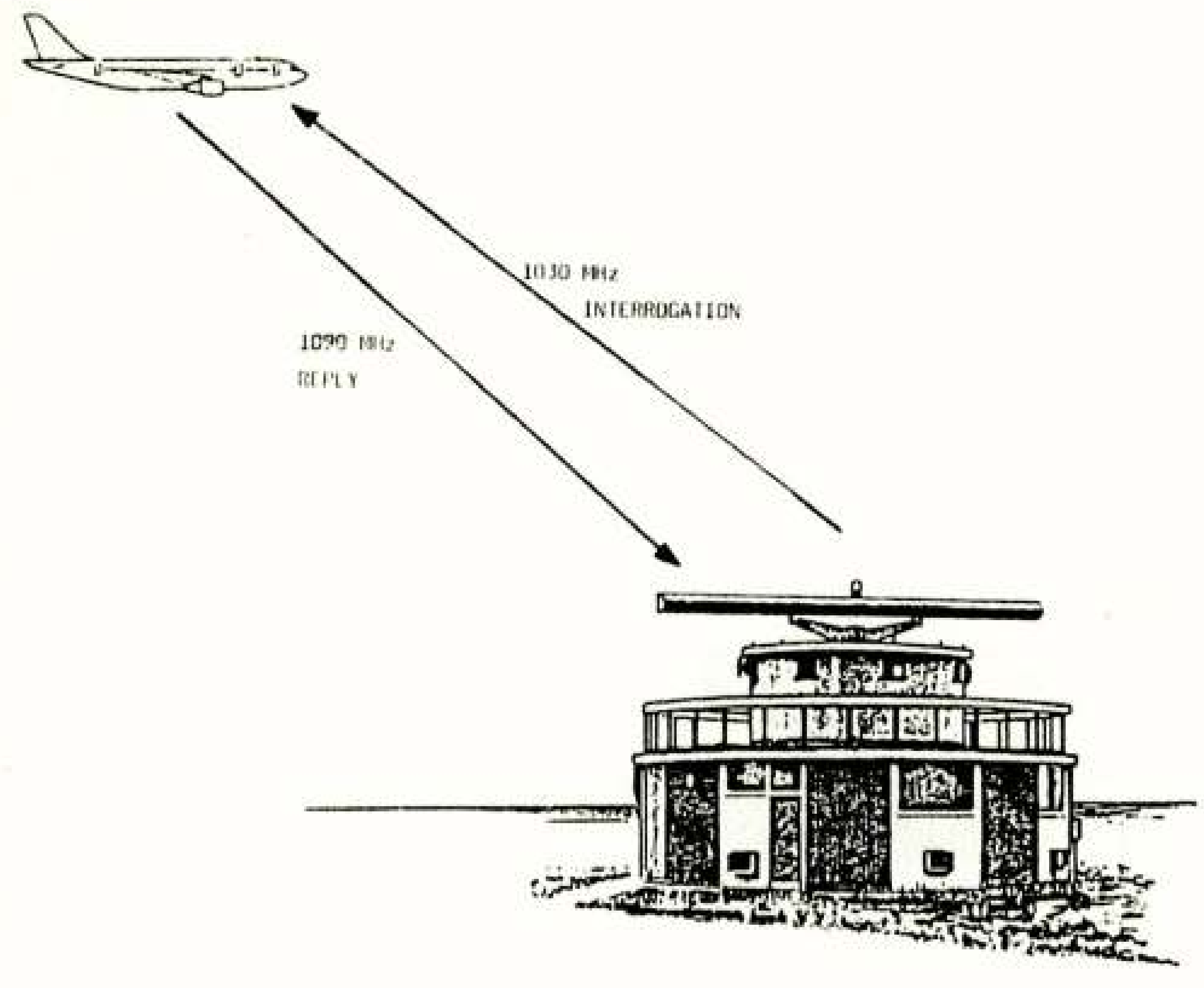


Fig. 1: SSR

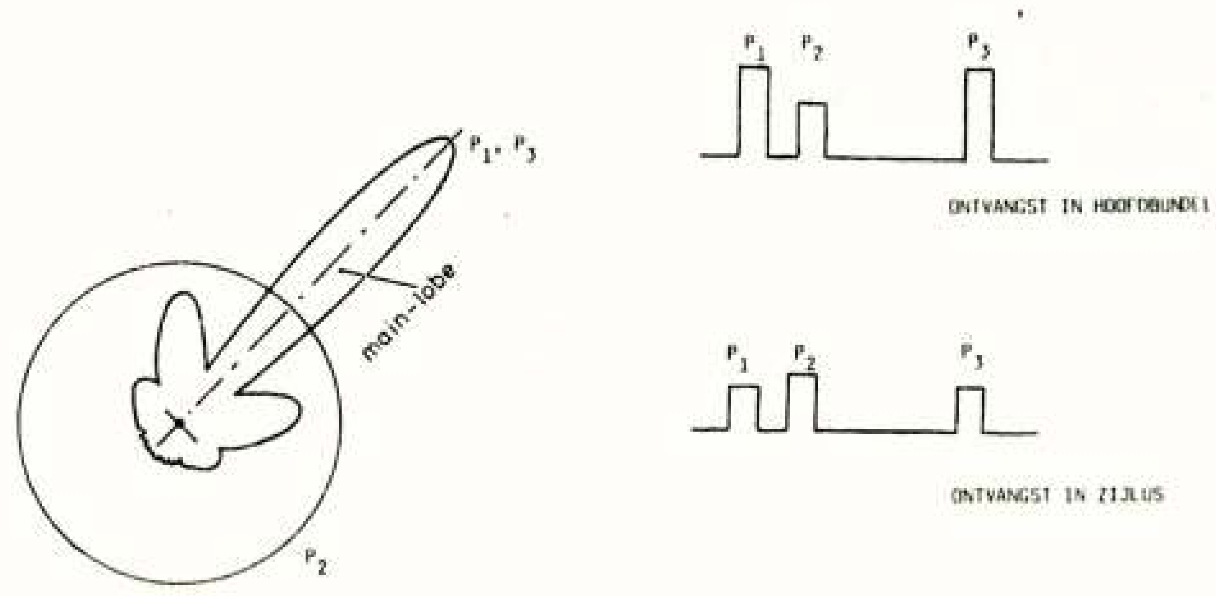


Fig. 3: Side lobe suppression using P_2

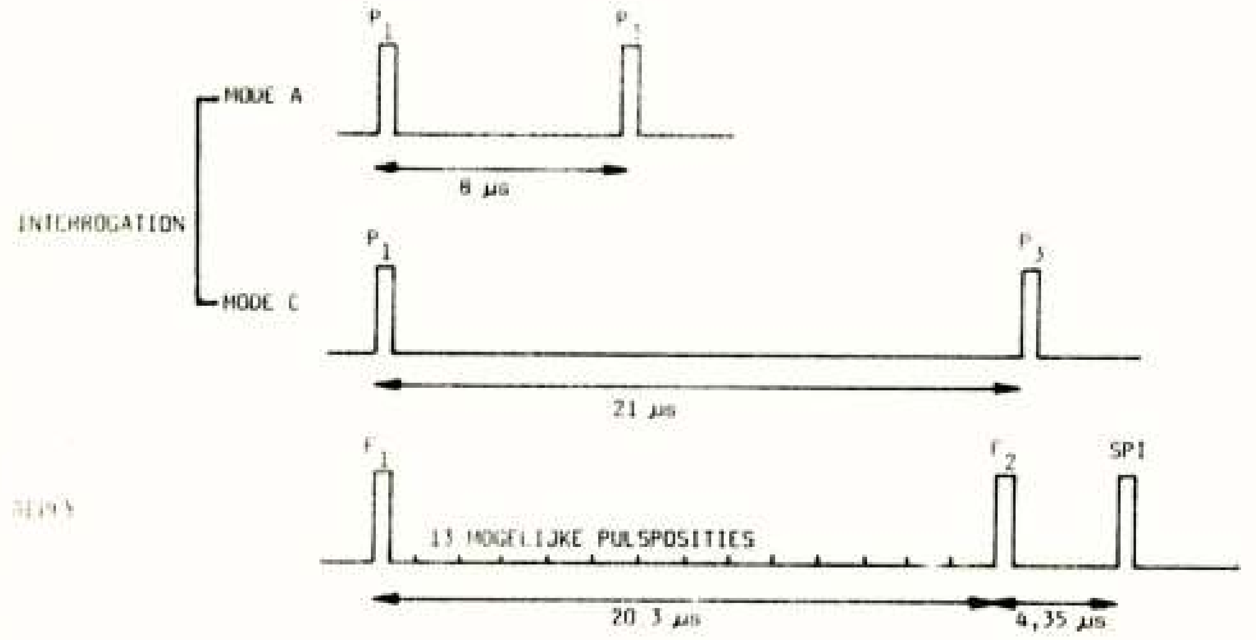


Fig. 2: Mode A en C interrogations en replies

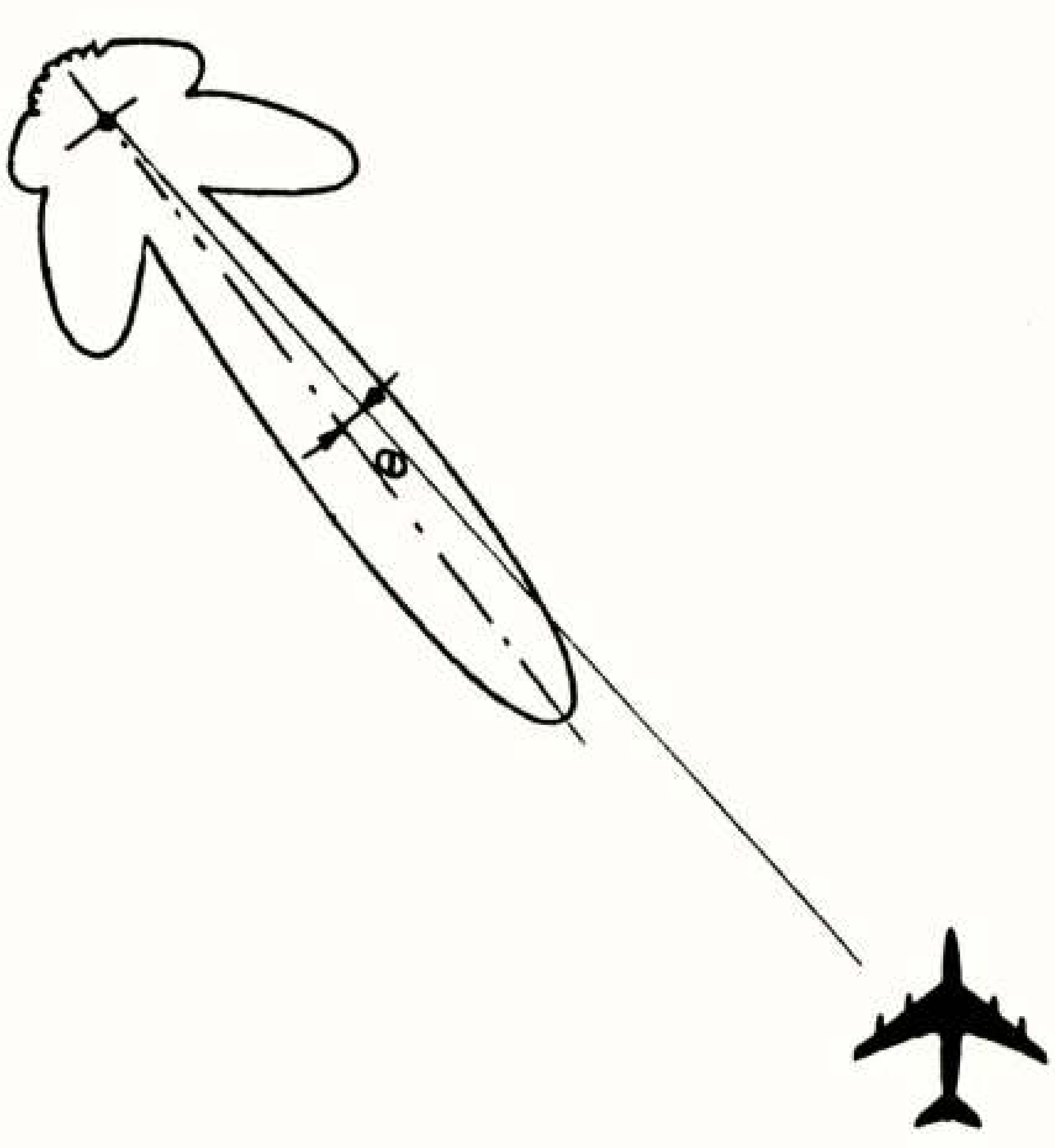


Fig. 4: Monopulse azimuth bepaling

Europa) in toenemende mate manifesteren. Voorbeelden van effecten of oorzaken daarvan zijn onder andere:

a) reflecties en multipath;
b) synchronous garbling;
c) azimuth accuracy en resolution;
d) reply probability door o.a. overinterrogation;
e) slechts 4096 codes;
f) antenne shielding;
g) identificatie problemen door verkeerde code setting.

Alhoewel de laatste generatie extractoren (digitaliseren ruwe analoge radar informatie) opnieuw een uiterste poging doet er het beste van te maken moet toch worden geconstateerd dat het eind van de mogelijkheden in zicht is. De vraag is dan welke richting moet worden ingeslagen.

MOGELIJKE VERBETERINGEN

Alhoewel mbt. de diverse individuele tekortkomingen technische oplossingen denkbaar zijn, dient bij de toetsing op operationeel-technische inpasbaarheid in de luchtvaart altijd aan een fundamentele basisvoorwaarde te worden voldaan, namelijk dat een nieuwe systeem ontwikkeling op een evolutionaire wijze kan worden geïntroduceerd. Een en ander houdt in dat nieuwe apparatuur, zowel op de grond als in het vliegtuig, geleidelijk kan worden geïntroduceerd waarbij voortzetting van vroegere werkwijze of procedures mogelijk is maar tevens een geleidelijke ontwikkeling naar het volledig gebruik van de nieuwe apparatuur op flexibele wijze en aangepast aan de locale omstandigheden niet wordt belemmerd. Deze voorwaarde is beperkend maar wordt ingegeven door o.a. de praktische onmogelijkheid een wereldwijd gestandariseerd en geïmplementeerd systeem zowel voor wat betreft grond als aan boord van de gehele internationale luchtvloot 'overnight' om te schakelen, te vervangen of te wijzigen. Internationale overeenkomsten leggen tevens een beperking op aan de mogelijkheden locaal iets nieuws te implementeren waarvoor nieuwe airborne apparatuur of gebruiks procedures nodig zijn welke internationale luchtvaart betreffen, indien daar geen world-wide overeengekomen standards of procedures aan ten grondslag liggen.

Vanuit deze praktische overwegingen wordt daarom in het navolgende alleen aandacht besteed aan die SSR improvements waarvoor de wereld inmiddels gekozen heeft en waarvoor de benodigde activiteiten om tot internationale standarisatie te komen in gang zijn gezet. Deze zijn:

- Monopulse SSR;
- SSR Mode S.

MONOPULSE

Monopulse SSR betreft de introductie van Monopulse azimuth bepalingstechnieken. Bij zo'n systeem, dat gebaseerd is op een reeds lang bekende techniek, wordt voor ieder reply de azimuth ontvangsrichting ten opzichte van de antenne boresight (hartlijn) bepaald (zie fig. 4). In principe is dus één reply nodig om de volledige positie bepaling van het target uit te voeren. In de praktijk wordt de ondervragings frequentie van ca. 400 keer per seconde teruggebracht naar ca. 150 waardoor ca. 5 antwoorden worden gegenereerd. Een dergelijke frequentie is toch nog nodig om bij de ervaren reply probabilities, pulsen in het reply en te hanteren bundelbreedtes voldoende antwoorden over te houden om tot een goede azimuth schatting te komen.

De introductie van Monpulse in SSR heeft het voordeel dat het airborne SSR deel, te weten de transponder, ongemoeid kan blijven. Voor de transponder maakt het geen verschil of het grondstation een Monopulse station is of niet.

De systeem verbeteringen welke worden verwacht zijn onder andere:

a) sterk verbeterde azimuth resolution en dus minder garbling situaties;
b) minder overinterrogatie, dus hogere probability of detection, als gevolg van de lagere prf;
c) verbeterde azimuth accuracy.

De introductie van Monopulse SSR behoeft geen internationale standarisatie alhoewel richtlijnen voor systeem specificaties, introductie en gebruik zullen worden opgesteld.

De eerste stations verschijnen thans in de UK. De verwachting is dat alle SSR's te zijner tijd met Monopulse capability zullen zijn uitgerust.

SSR MODE S

Algemeen

Alhoewel Monopulse SSR een zeer grote stap voorwaarts lijkt te gaan betekenen, worden een aantal tekortkomingen niet of slechts maar ten dele weggenomen. Deze laatste hindernissen zullen met de introductie van het Mode S systeem wel genomen kunnen worden.

De Mode S ontwikkeling borduurt verder op Monopulse SSR met 2 specifieke toevoegingen:

a) selective addressing waarbij de broadcast-type ondervragingen van SSR, waar iedere transponder op reageert, is vervangen door een individuele ondervraging van ieder vliegtuig (S in Mode S slaat op Selective addressing);
b) uitbreiden van de ondervragings en antwoord sig-

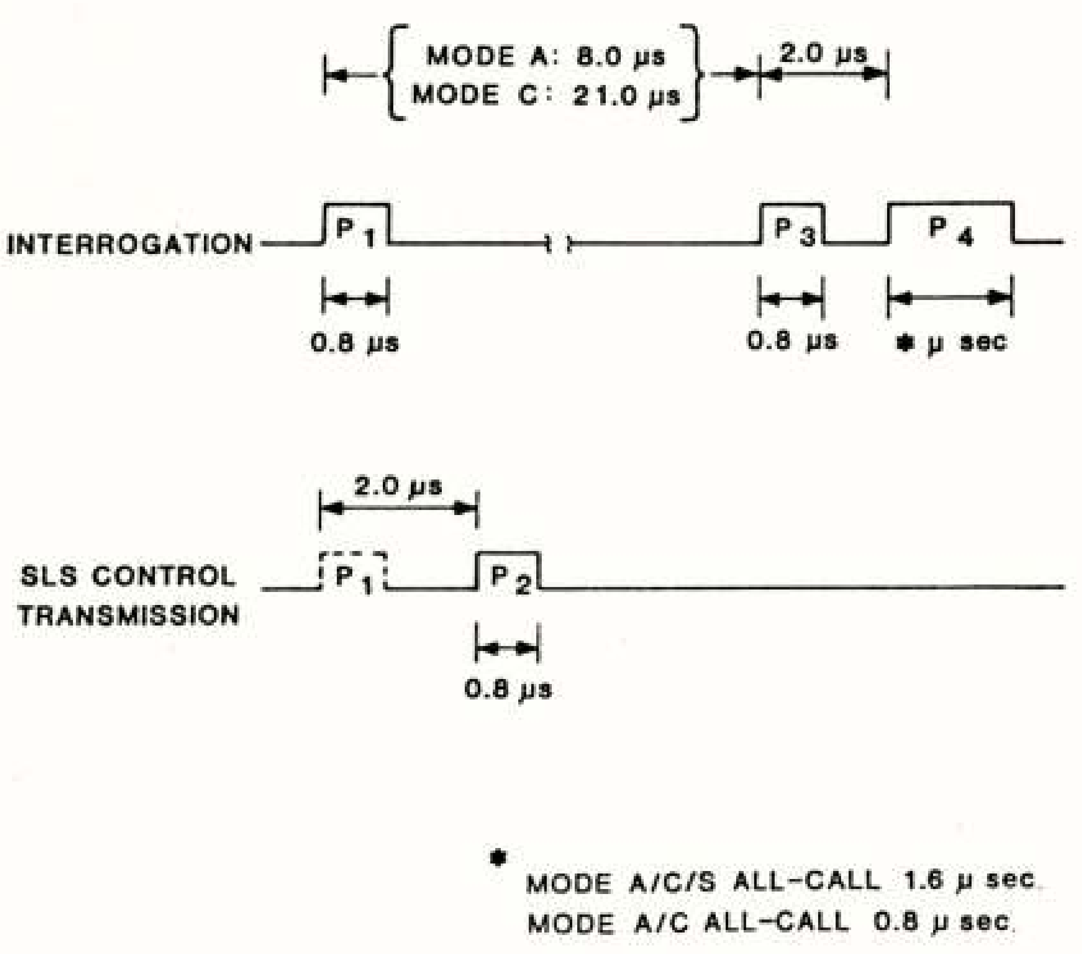


Fig. 5: Mode A/C en Mode A/C/S all-call interrogations

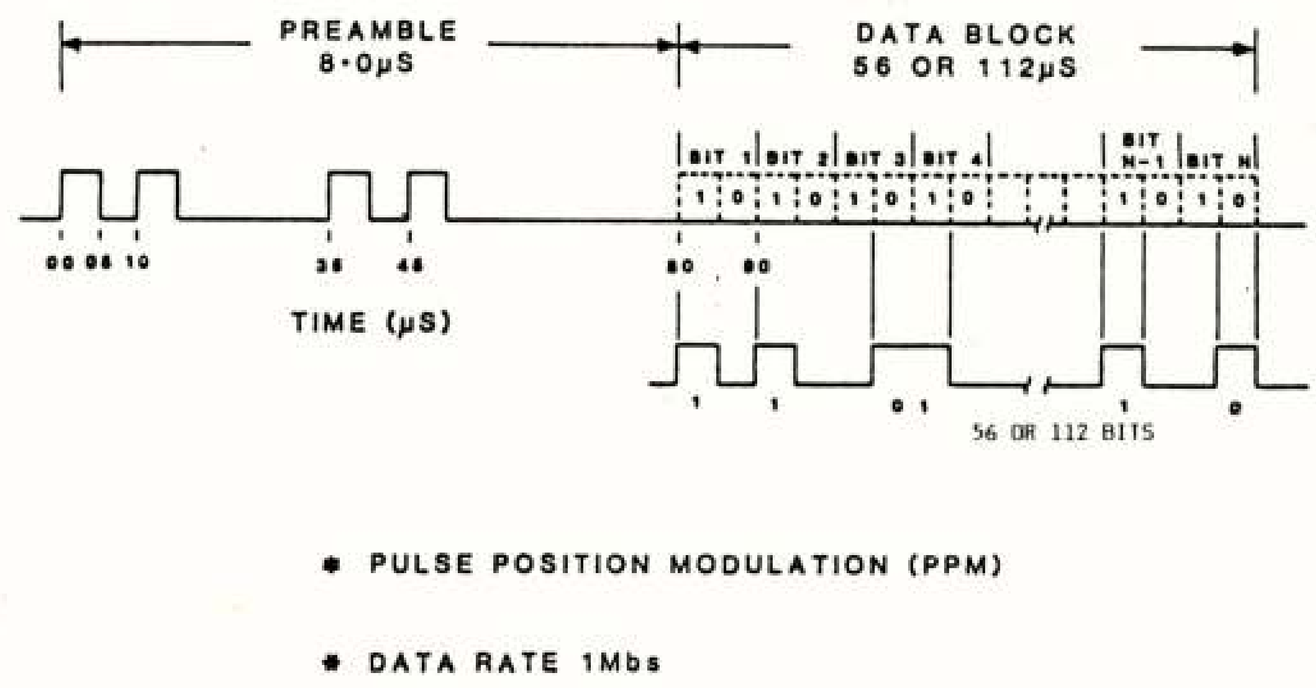


Fig. 7: Mode S reply pattern

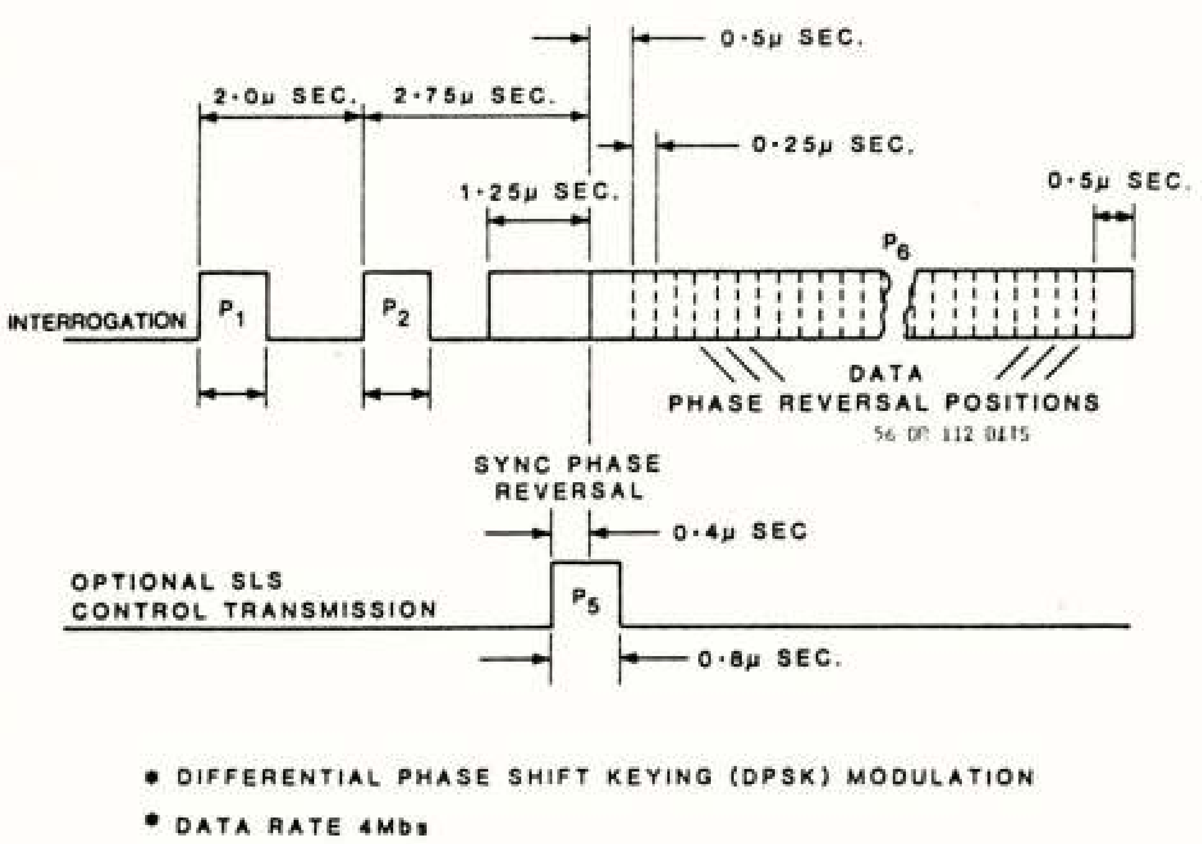


Fig. 6. Mode S interrogation pattern

UPLINK COMM A

UF 20-AC 21-ID	SURVEILLANCE INTERROGATION FIELDS	56 BIT MESSAGE AREA	ADDRESS ⊙ PARITY

DOWNLINK COMM B

DF 20-AC 21-ID	SURVEILLANCE REPLY FIELDS	56 BIT MESSAGE AREA	ADDRESS ⊙ PARITY

UPLINK EXTENDED LENGTH MESSAGE COMM C

UF 24-32	REPLY CONTROL	NUMBER OF 'C' SEGMENTS	80 BIT MESSAGE AREA	ADDRESS ⊙ PARITY

DOWNLINK EXTENDED LENGTH MESSAGE COMM D

DF 24-32	ELM CONTROL	NUMBER OF 'D' SEGMENTS	80 BIT MESSAGE AREA	ADDRESS ⊙ PARITY

Fig. 8: Datablokken in communicatie formaten

naal formaten zodanig dat daarin ruimte wordt geschapen voor een tweezijdige air-ground datalink.

Door het selectief ondervragings principe worden in principe de nog resterende tekortkomingen van SSR, waarvan garbling (azimuth en range resolution) en reply probability (als gevolg van overinterrogation) de meest belangrijkste zijn, geëlimineerd.

Ruim zestien miljoen adressen (2^{24}) zijn beschikbaar hetgeen de mogelijkheid biedt identificatie codes vast aan een vliegtuig te verbinden. Het insleutelen van codes door de vliegers is dan niet meer nodig.

Door de veranderde signaal formaten worden eveneens aangepaste transponders vereist. De compatibiliteit met het oude SSR wordt echter verzekerd doordat:

a) Mode S transponders tevens ingericht zijn op het werken met de Mode A en C ondervragingen van een conventioneel SSR station;
b) Mode S grondstations naast de gedefinieerde Mode S data formaten tevens conventionele SSR transponders kunnen ondervragen.

Het laatste geschiedt via de Mode A en C all-call hetgeen in fig. 5 is aangegeven. Een Mode S transponder herkent dit patroon aan de P_4 pulse en reageert niet als P_4 0,8 µs lang is.

N.B. Indien P_5 1,6 µs duurt reageert de Mode S transponder wel nl. met de Mode S all-call reply. Dit is de zgn. Mode A/C/S all-call die alleen in exceptionele gevallen zal worden gebruikt.

De algemene Mode S interrogatie ziet er uit zoals in fig. 6 is aangegeven. Het reply wordt weergegeven in fig. 7.

Ter structurering van de specificatie van het datablok in de Mode S ondervraging en reply, wordt onderscheid gemaakt tussen de zgn. surveillance en communicatie protocollen.

Surveillance protocollen

Voordat selectieve ondervraging kan plaatsvinden moet het grondstation weten waar een specifiek vliegtuig zich ongeveer bevindt (om het time slot waarin het vliegtuig zich in de antenne bundel bevindt en dus het interrogatie tijdstip te kunnen bepalen), alsmede zijn 24 bits Mode S address.

De aquisition van zo'n target geschiedt middels de Mode A/C/S all-call (fig. 5) of de zgn. Mode S all-call (een interrogatie volgens fig. 6 met alleen enen in het datablok).

Mode S vliegtuigen antwoorden op de all-call met een reply waarin onder andere hun Mode S address wordt meegegeven.

Een target dat op deze manier is verkregen wordt vanaf nu onderworpen aan de selectieve ondervragingen.

Om te voorkomen dat zo'n vliegtuig tevens op de all-calls blijft reageren wordt ter beperking van interference de all-call lock-out in de transponder geactiveerd.

Om te voorkomen dat de transponder onzichtbaar wordt voor andere interrogators, hetgeen uitermate ongewenst zou zijn, wordt de all-call lock-out gebonden aan een specifieke interrogator door een interrogator identity code te introduceren. Deze code wordt tezamen met de lock-out opdracht aan de transponder kenbaar gemaakt. Totaal zijn 15 interrogators te accomoderen. Staten moeten dus onderling de codering van hun Mode S stations coördineren.

De lock-outs worden automatisch 18 seconden na de laatste opdracht ongedaan gemaakt, een en ander ter terugkering naar een controleerbare situatie bij een systeem failure. De lock-out moet dus praktisch gesproken per interrogatie opnieuw worden geset.

Indien bij een systeem failure van korte duur de roll (lijst van o.a. vliegtuig adressen en posities) verloren gaat, kan opstarten bemoeilijkt worden doordat voor vrijwel alle vliegtuigen de lock-out nog actief is. Ter overkoming van dat probleem kan in de interrogatie de lock-out ongedaan gemaakt worden of een stochastische all-call reply probability (<1) worden opgedragen. Het laatste feature is tevens nodig om all-call antwoorden van vliegtuigen te onderscheiden welke dicht bij elkaar vliegen waardoor de Mode S all-call replies gegarbled worden.

De Mode S surveillance protocollen geven naast de benodigde organisatorische en administratieve data uitwisseling eigenlijk alleen de mogelijkheid de SSR Mode A en C code in het Mode S reply datablok te verkrijgen. Indien daadwerkelijke data overdracht moet plaatsvinden moet gebruik gemaakt worden van een communicatie protocol.

Communicatie protocollen

Aan de communicatie protocollen liggen dezelfde basis Mode S signaal formaten ten grondslag als in fig. 6 en 7 aangegeven. Alleen de inhoud van het datablok is totaal 112 ipv. 56 bits lang. Er zijn twee soorten welke zowel voor up- als downlink zijn gedefinieerd (zie fig. 8).

a) de standard length message;
b) de extended length message.

Standard length messages uplink

In het standard length uplink bericht, de zgn. Comm A, zijn 56 vrije bits beschikbaar voor het coderen van datalink berichten. In deze 56 bits zijn meestal 8 bits nodig voor het identificeren van de inhoud welke tevens

gebruikt kunnen worden voor de definitie van de pheripheral waarnaar het bericht aan boord moet worden getransporteerd.

De confirmatie van de succesvolle transfer van een uplink bericht, geschiedt door een valid reply.

Recent is de mogelijkheid geschapen 4 Comm A's te linken teneinde de capaciteit tegen geringe kosten voor ground en airborne systemen, in overeenstemming te brengen met de behoefte voor bepaalde datalink toepassingen.

Standard length messages downlink

Het standard length downlink bericht, de zgn. Comm B, heeft evenals de Comm A 56 vrije bits waarvan 8 voor data definitie.

Het initiatief voor een downlink bericht kan zowel door een ground station genomen worden als door het airborne systeem (de zgn. air-initiated Comm B). Dit laatste geschiedt door het setten van een bit dat in ieder reply wordt meegegeven. Indien het is geset start het grondstation een ondervraging om de wensen van het airborne systeem te weten te komen. Om te voorkomen dat twee grondstations dezelfde actie ondernemen op een air-initiated Comm B wordt de interrogator identity code opnieuw gebruikt om te verzekeren dat een transactie met een en het zelfde station wordt afgemaakt. Daarbij geldt een first-come-first-served principe dwz. dat de interrogator welke het eerst de transponder ondervraagt de cyclus naar zich toe trekt. Ook is het mogelijk dat het airborne systeem de air-initiated Comm B specifiek richt op een interrogator door het aan boord selecteren van de betreffende interrogator identity.

De acknowledgement van een air-initiated Comm B geschiedt middels een valid Comm A.

Extended length messages

De zgn. ELM bevat maximaal 1280 bits opgebouwd uit maximaal 16 segmenten van 80 bits via een speciaal burst protocol. Ieder segment is ingebed in een 112 bits Comm C interrogatie of Comm D reply.

Het uplink protocol kent de volgende fasen:

a) reservering;

Nodig om te zorgen dat transponder vrij is om ELM te ontvangen. Tevens wordt de interrogator identity weer gebruikt om zeker te stellen dat de betreffende interrogator de gehele transactie doet.

b) set-tup/message transfer;

De ELM bestaat uit een burst van Comm C interrogations met 50 µs interval.

In iedere Comm C is aangegeven of de transmissie initial, intermediate of final is. Tevens heeft ieder segment een volgnummer in de sequence. In de initial message wordt het aantal segmenten gegeven. Het herkennen hiervan heet de 'set-up', waarna de transponder alle buffers cleared en zich verder voorbereid op de ontvangst.

Nadat alle berichten zijn overgestuurd wordt in het reply aangegeven welke berichten niet zijn aangekomen. Deze worden dan opnieuw verstuurd. Alleen als het initial segment wordt gemist, komt de organisatorische data niet aan en wordt het gehele bericht herhaald.

c) close-out;

Nadat de transponder de ontvangst van bericht heeft bevestigd wordt middels de close-out drie dingen bereikt:

+ transponder meedelen dat acknowledge is ontvangen;
+ clearen van noodzakelijke registers in de transponder;
+ clearen van interrogator identity code in transponder.

De transponder gaat zelf over tot close-out indien gedurende een continue periode van 16 seconden geen ELM activiteit wordt waargenomen. Een en ander opnieuw ter terugkering naar een controleerbare situatie bij een gedeeltelijke systeem failure.

Het downlink protocol kent eveneens een aantal fasen:

a) annunciation;

Dit betreft het kenbaar maken aan het grondstation dat het airborne systeem een ELM te versturen heeft plus het aantal segmenten. Dit kenbaar maken kan via alle surveillance of Comm B replies.

b) reservering;

De interrogator identity wordt middels een surveillance of Comm A in de transponder geset. Tevens wordt in het grondstation een tijdslot gereserveerd om ELM te ontvangen.

c) message transfer;

Het bericht wordt overgebracht in een burst van Comm D replies met 136 µs intervals.

d) close-out;

Een grondstation closes-out als alles naar tevredenheid is overgebracht.

Auto close-out van de transponder geschiedt bij het ontbreken van ELM activity in ieder 18 seconde interval.

Error protection

Het Mode S ontwerp is zodanig dat een undetected error rate beter dan 1 op 10^7 wordt verwacht.

Het parity mechanisme gebruikt een 24 bit cyclic redundancy check welke speciaal gekozen is om maximum bescherming te bieden in de SSR interference omgeving.

Datalink capaciteit

Studies zoals o.a. in Engeland en de USA zijn uitgevoerd suggereren dat voor situaties met hoge verkeersintensiteit een gemiddelde van 3 aparte Comm A's per antenne omwenteling per vliegtuig kan worden gehaald (ca. 40 bits/sec/vlgtg voor 4 seconden antenne omwentelingstijd). Het gebruik van ELM's voert dit getal op tot gemiddeld 320 bits/sec/vlgtg.

Bij deze getallen moet worden aangetekend dat ze gelden voor een situatie waarbij een grondstation 800 vliegtuigen onder z'n hoede heeft. De capaciteit lijkt daarom voor de voorziene toepassingen geen problemen op te leveren. Wel volgt uit de genoemde schattingen dat individuele datalink berichten efficiënt gecodeerd moeten worden.

Datalink toepassingen

Het standarisatie proces binnen ICAO zal zich de komende jaren in toenemende mate gaan bezighouden met de inhoud en codering van de datalink. Uitgangspunt is daarbij dat de link zoveel mogelijk een direct ATC doel moet dienen en niet bestemd is voor berichten zoals die tussen vliegtuig en luchtvaartmaatschappij.

Er is een voorlopige lijst met datalink toepassingen opgesteld welke weliswaar niet formeel tussen landen binnen ICAO is overeengekomen, doch wel richting bepalend is en zeker illustratief voor de huidige gedachten:

Downlink

1. Flight Identification (callsign bv. KL 681)
2. Vliegtuig state vector
   - koers
   - snelheid e.d.
3. Meteogegevens zoals aan boord gemeten
   - windrichting/snelheid
   - temperatuur
   - maat voor turbulentie
4. Intended flight path
   - volgende waypoint
   - geselecteerde hoogte, snelheid e.d.
   - gewenste top of descent

Uplink

5. Meteo informatie
   - ATIS
   - VOLMET
   - SIGMET
   - wind op diverse niveau's
6. ATC Radio telefonie berichten
   - geklaarde hoogte
   - koers of snelheids opdrachten
   - minimum safe altitude
7. Bepaalde info mbt. bakens, status luchthaven faciliteiten, e.d.

Van bijzonder belang is dat in een vroegtijdig stadium de reply response tijden van downlink berichten worden gedefinieerd. Weliswaar wordt de transponder als zodanig transparant geacht voor datalink toepassingen, de interface tussen transponder en het airborne systeem en ook het databus systeem aan boord moet zijn ingericht op gewenste extreem korte respons tijden voor sommige toepassingen (data beschikbaar in reply dat behoort bij een ondervraging).

Categorizatie van Mode S transponders

Gezien het potentiële gevaar dat een zeer groot aantal diversiteiten in Mode S transponders gaat ontstaan welke systeemplanning en de introductie van datalink gebruik bemoeilijken, wordt internationaal op de volgende performance levels aangestuurd:

level 1	surveillance only
level 2	level 1 + standard length Comm A/B
level 3	level 2 + Comm C
level 4	level 3 + Comm D

Tevens dient een subcategorizatie te worden ontwikkeld om specifieke datalink toepassingen binnen deze levels te kunnen definiëren.

Antenne diversity (top en bottom antennes ter overkoming van shielding probleem) moet mogelijk zijn vanaf level 2. De verplichting diversity te implementeren voor bepaalde categorieën vliegtuigen wordt Regionaal geregeld.

Het is de bedoeling dat voor internationaal verkeer level 2 standaard wordt. Van de level 3 en 4 transponders wordt verwacht dat zij nooit door de Staten verplicht gesteld zullen worden; introductie is aan de luchtvaartmaatschappijen welke zich op die manier extra datalink service aanschaffen.

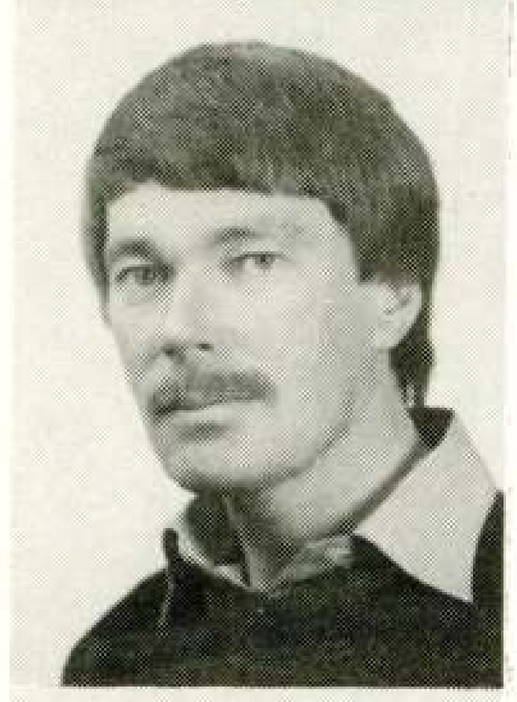
Collision avoidance

In de USA zijn air-to-air collision avoidance systems in ontwikkeling (het zgn. TCAS: Traffic Alert and Collision Avoidance System) waarbij directe informatie overdracht tussen vliegtuigen onderling plaatsvindt. Besloten is daarbij gebruik te maken van de Mode S transponder (weliswaar uitgebreidere versie) en Mode S datalink formaten. De ontwikkeling van de TCAS standards loopt daarom parallel aan die voor Mode S.

Implementatie planning

Parallel aan het ICAO standarizatie proces worden in de nabije toekomst in de USA de eerste 100 grondstations besteld. De USA slaat daarmee de Monopulse SSR fase over. Achtergrond daarvan is het service element van de datalink hetgeen bij de Amerikaanse systeem ontwikkeling, mede door de andere verkeerssamenstelling, een heel ander gewicht is toegekend dan elders in de wereld. Implementatie in Europa op enige schaal is niet voor het begin van de negentiger jaren te verwachten.

Voordracht gehouden tijdens de 318e werkvergadering.




NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
(318e werkvergadering)
SECTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK, KIvI
IEEE BENELUX SECTIE

UITNODIGING

In het kader van **Wereldcommunicatiejaar 1983** zal op **13 december 1983** een lezingendag worden gehouden met als onderwerp:
Telecommunicatie in de burgerluchtvaart.
De bijeenkomst wordt gehouden in het gebouw van de **Afdeling der Elektrotechniek** van de **Technische Hogeschool Delft.**

PROGRAMMA

9.30 - 10.00 uur:	Ontvangst en koffie.
10.00 - 10.40 uur:	**DE HEER J. S. SMIT**, (Directeur Luchtverkeersbeveiliging Rijksluchtvaartdienst, Den Haag); INLEIDING.
10.40 - 11.20 uur:	**IR. T. H. M. HAGENBERG**, (Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium, Amsterdam); MICROWAVE LANDING SYSTEMS.
11.20 - 11.50 uur:	Koffie.
11.50 - 12.30 uur:	**IR. W. AARDOOM**, (Rijksluchtvaartdienst, Den Haag); SECONDARY SURVEILLANCE RADAR.
12.30 - 14.00 uur:	Lunch*.
14.00 - 14.40 uur:	**IR. J. VAN DUUREN**, (Philips Telecommunicatie Industrie, Hilversum); BERICHTENVERKEER IN DE LUCHTVAARTORGANISATIES.
14.40 - 15.10 uur:	Thee.
15.10 - 15.50 uur:	**ING. F. VAN HAAFF**, (Projecten Afdeling H.S.A., Hengelo); EEN "AIR-TRAFFIC CONTROL" SYSTEEM; TELECOMMUNICATIEASPECTEN.

*Tijdens de lunchpauze wordt van 13.30 - 14.00 uur de jaarvergadering van de afdeling Elektrotechniek van het KIvI en van de Sectie Telecommunicatietechniek van het KIvI gehouden.

Aanmelding dient te geschieden door inzending van de aangehechte kaart, gefrankeerd met een **postzegel** van **50 cent**, alsmede overmaking van de verschuldigde kosten op postgiro 1020303 van M. Jeuken, Sint-Oedenrode onder vermelding "Burgerluchtvaart". De aanmelding is alleen geldig indien de aanmeldingskaart en overschrijving zijn ontvangen vóór 6 december 1983.

De kosten voor leden van IEEE, NERG en KIvI bedragen *f* 20,— en voor introduceé's *f* 35,— per deelnemer, inclusief lunch. (Bij niet gebruik van lunch wordt geen korting gegeven). Studenten hebben gratis toegang tot de lezingen zonder gebruik van lunch.

De TH-Delft is bereikbaar per auto via de autosnelweg Den Haag-Rotterdam vv. Via de afrit Delft-Zuid volgt men de richting naar de TH-wijk, zoals aangegeven door middel van ANWB-borden. De TH-Delft is bereikbaar per openbaar vervoer vanaf station Delft door middel van buslijn 63.

Namens de samenwerkende verenigingen,
DR. M. JEUKEN, NERG.
Tel. 040 - 473324

Eindhoven, november 1983.

BERICHTENVERKEER IN DE LUCHTVAARTORGANISATIE

Ir. J. van Duuren
Philips' Telecommunicatie Industrie B.V.

Message Communications in Civil Aviation. Many organisations have a task in Civil Aviation. Several of these organisations have a need for message communications and have implemented international telecommunication networks. Each organisation has its specific message communication requirements. This article touches upon the requirements and networks of SITA, MOTNE and AFTN. The future Common ICAO Data Interchange Network (CIDIN) and its procedures are discussed in more detail. The article confines itself to ground-ground communication.

INLEIDING

De titel van deze lezing omschrijft een wel zeer breed onderwerp. Ik wil het onderwerp dan ook enigszins inperken.

Gezien de aard van dit gezelschap en mijn eigen achtergrond zal het U niet verbazen dat ik mij beperk tot het berichtenverkeer dat van telecommunicatie gebruik maakt. Bovendien zal ik mij beperken tot het berichtenverkeer tussen vaste punten op deze aarde (ground-ground) en de behandeling van het berichtenverkeer met vliegtuigen (air-ground) overlaten aan de volgende spreker. Ten aanzien van de luchtvaartorganisaties beperk ik mij tot civiele organisaties. Er zijn meerdere civiele luchtvaartorganisaties die telecommunicatiemiddelen voor hun berichtenverkeer nodig hebben en er zijn ook meerdere netwerken en bijbehorende procedures ontstaan. Op deze organisaties en netwerken wil ik kort ingaan om vervolgens iets dieper in te gaan op een netwerk waarvan de realisatie zeer binnenkort een aanvang neemt, het Common ICAO Data Interchange Network (CIDIN) waaraan vele Rijksluchtvaartdiensten in de wereld, natuurlijk ook de Nederlandse Rijksluchtvaartdienst, zullen deelnemen.

LUCHTVAART ORGANISATIES EN HUN INTERNATIONALE TELECOMMUNICATIEBEHOEFTEN

Als we het plan hebben een reis per vliegtuig te gaan maken kunnen we ons wenden tot een REISBUREAU. Dit reisbureau kan ons inlichten over de vluchten van in aanmerking komende LUCHTVAARTMAATSCHAPPIJEN. Nadat gekozen is voor een bepaalde vlucht van een luchtvaartmaatschappij wordt Uw reservering van een plaats in het betreffende vliegtuig verzorgd. Teneinde te voorkomen dat de laatste zitplaats in het vliegtuig niet alleen aan U wordt uitgegeven maar ook aan diverse andere personen in de wereld, moet er een centrale registratie van de reserveringstoestand zijn die vanuit vele plaatsen in de wereld is te raadplegen en waarin Uw boeking wordt vastgelegd. De luchtvaartmaatschappijen hebben dus behoefte aan een wereldwijd telecommunicatienetwerk. Hierop komen we later nog terug. Is de dag van de vlucht aangebroken dan begeven we ons naar de LUCHTHAVEN. De organisatie die de luchthaven beheert, biedt hier aan luchtvaartmaatschappijen of andere organisaties de mogelijkheid om de passagiers in te "checken". Nadat U de controle door de MARECHAUSSEE gepasseerd bent en Uw aankopen in de TAXFREE SHOP hebt verricht, raadpleegt U de door de luchthaven verstrekte informatie over de vertrekkende vliegtuigen. Tijdens de vlucht bent U aan de zorgen van het cabinepersoneel van de luchtvaartmaatschappij toevertrouwd. Achter de schermen zijn er echter nog ander organisaties bezig om Uw vlucht mogelijk te maken. Zonder volledig te zijn wil ik er toch enkele noemen.

- De METEOROLOGISCHE DIENST verstrekt via telecommunicatie verkregen informatie op basis waarvan een vluchtplan wordt opgesteld.
- De RIJKSLUCHTVAARTDIENST regelt het verkeer in de lucht en probeert de vlucht volgens het vlucht plan te laten verlopen. Als de vlucht over meerdere landen gaat, moeten de instanties in deze

landen ook geïnformeerd worden over de geplande vlucht. Ook hier is weer een behoefte aan wereldwijde telecommunicatie.
Nadat U weer veilig bent geland, passeert U de DOUANE en bent op de plaats van Uw bestemming aangekomen.

SITA NETWERK

Veel luchtvaartmaatschappijen maken gebruik van gehuurde verbindingen voor hun telecommunicatie. Voor de verbinding met plaatsen waar slechts een geringe berichtenuitwisseling mee nodig is maken de kosten van deze zelf gehuurde circuits dit onmogelijk. Daarom is er al in een vroeg stadium besloten tot het gezamenlijk gebruiken van huurcircuits. Daartoe werd in 1949 door een elf tal luchtvaartmaatschappijen, waaronder KLM, de SITA (Societé Internationale de Telecommunications Aeronautiques) opgericht in samenwerking met o.m de Nederlandse PTT. Deze organisatie heeft een sterke groei doorgemaakt en maakt gebruik van ruim 5000 huurcircuits voor het verzorgen van de communicatie voor omstreeks 20.000 terminals. Heden ten dage bestaat het netwerk uit een "High level" netwerk dat vrijwel maasvormig is met omstreeks tien knooppunten in voor de luchtvaart belangrijke plaatsen als New York, Frankfort, Tokyo, Hongkong en Amsterdam. Aan de schakelapparatuur in deze knooppunten, die voor message- en packetswitching zijn ingericht worden hoge betrouwbaarheidseisen gesteld. Een aantal van de knooppunten, zoals Amsterdam, Londen, Parijs en New York, is uitgerust met volledig verdubbelde en met automatische overschakeling uitgeruste Philips DS 714 apparatuur. Deze apparatuur verzorgde aanvankelijk zowel de berichtgewijze schakeling (message switching) als de packetsgewijze schakeling. De trend is nu om de packetschakeling in aparte apparatuur onder te brengen teneinde de message switching systemen te ontlasten. Het netwerk dat gevormd wordt door deze packet switches wordt het DTN (Data Transfer Netwerk) genoemd.

MOTNE

Het MOTNE netwerk is een Europees netwerk voor het uitwisselen van meteorologische berichten die van belang zijn voor de luchtvaart. Een waarneming gedaan bij een bepaald vliegveld is voor een groot aantal landen van waaruit vliegtuigen naar het betreffende vliegveld vertrekken van belang. Eén bericht moet dus aan een groot aantal bestemmingen gezonden worden. In plaats van nu een lange lijst van adressen op het bericht te vermelden is er voor een geheel andere oplossing gekozen. Het bericht wordt namelijk van informatie voorzien die aangeeft waar het bericht vandaan komt en welk type bericht het hier betreft (zie fig 1). Dit bericht wordt aan alle hoofdstations in het netwerk gezonden. Deze hoofdstations bepalen nu zelf of het bericht voor één of meer van hun afnemers op dat moment van belang is en sturen de aldus geselecteerde berichten aan deze afnemers. Ook kunnen ze de selectie overlaten aan deze afnemers zelf.
Voor de verzending van de berichten wordt gebruik gemaakt van een ringvormig netwerk (zie fig 2). Een groot voordeel van een ringvormig netwerk is dat de (volduplex) verbindingen in beide richtin-

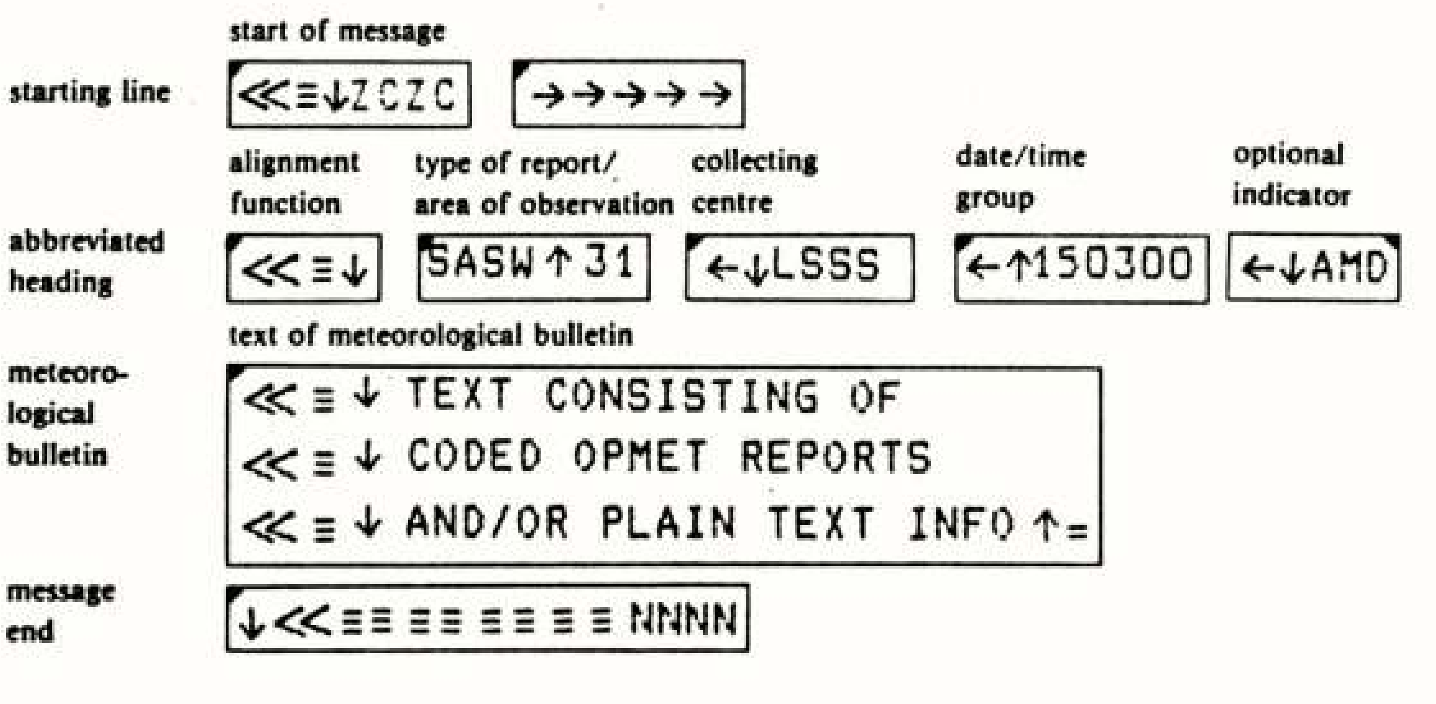


Fig. 1: Example of OPMET message illustrating the format elements. For legend see Fig. 3.

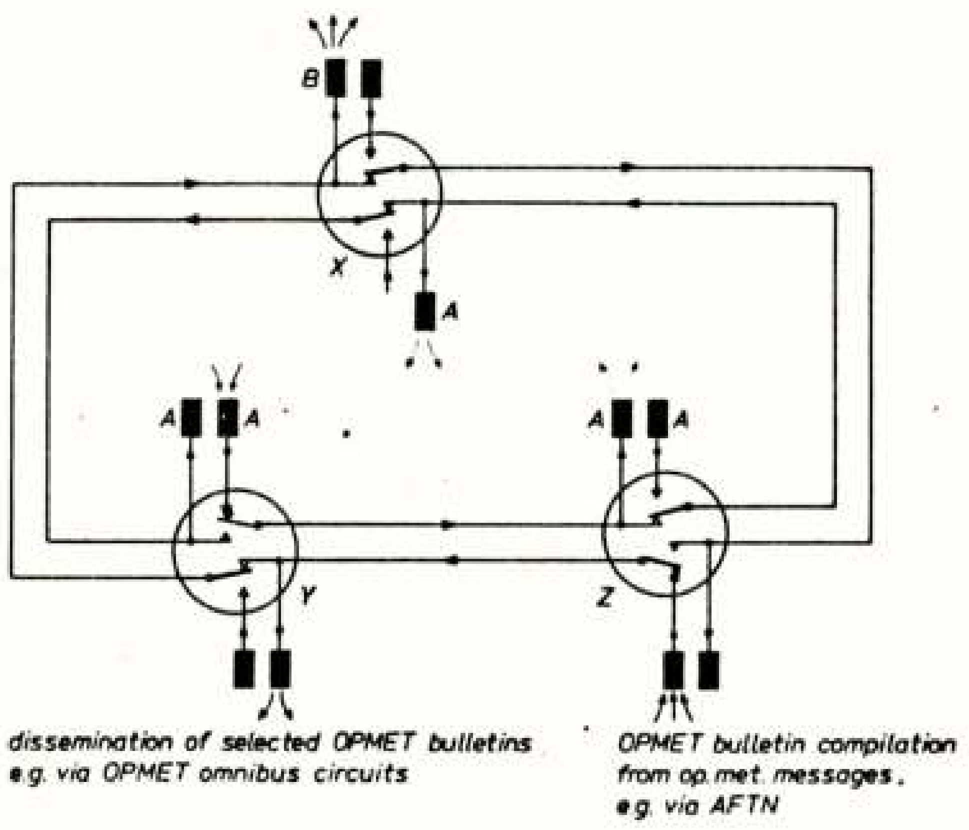


Fig. 2: OPMET network principle. At each switching centre messages are injected into the loop on a time basis. The circuit operates in two directions. Centre Z is shown transmitting in the clockwise direction; centre Y in the counter-clockwise direction.

gen voor het informatietransport gebruikt kunnen worden. Het netwerk krijgt hiermee vrijwel een dubbele capaciteit vergeleken met andere vormen van netwerken. Door onder meer een vaste tijd af te spreken voor ieder hoofdstation waarop dat station informatie op de ring mag zenden, wordt voorkomen dat meerdere stations gelijktijdig zenden. Voor hoge prioriteitsberichten is een, iets gecompliceerdere, oplossing gevonden waarmee toch een snelle behandeling van deze berichten mogelijk is.

AFTN (Aeronautical Fixed Teleprinter Netwerk)

Voor het berichtenverkeer van de Rijksluchtvaartdiensten werd omstreeks 1950 een begin gemaakt met een netwerk van internationale 50 baud telegraafcircuits. In het begin werden berichten, ontvangen op het ene circuit, ontvangen op ponsband en vervolgens naar één of meer bestemmingen verder gestuurd door de band in te leggen in automatische ponsbandlezers die de berichten over verdere circuits verstuurden. Hiermee deed de berichtenschakeling oftewel message switching haar intrede in de teleprinterwereld. Al snel werd dit proces geautomatiseerd, eerst met electro-mechanische systemen, later met volelectronische systemen. Vooral de automatische behandeling van de berichten noopte tot stringente afspraken over de wijze van opmaak van de berichten, waarbij de op-

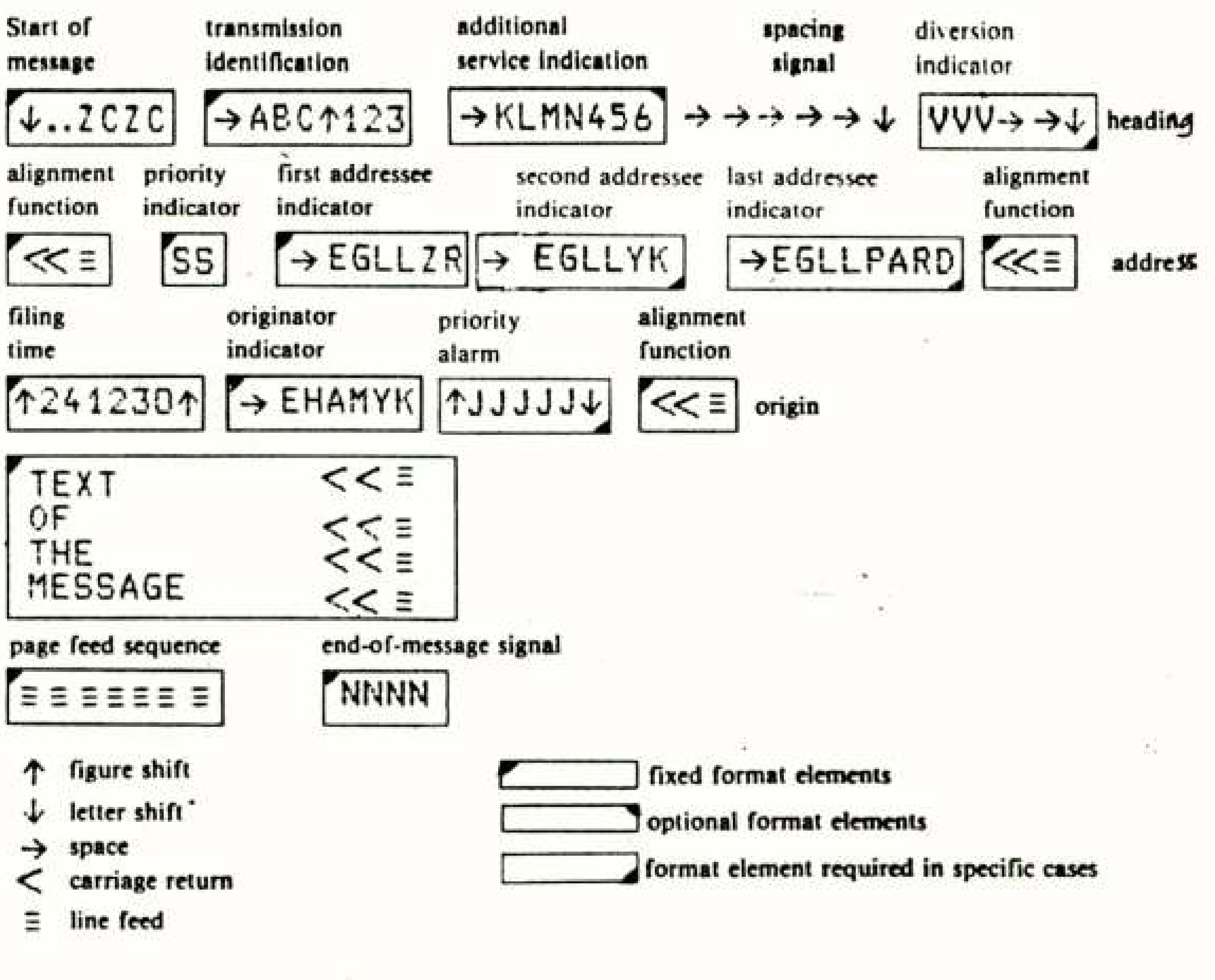


Fig. 3: Example of an AFTN message illustrating the format elements (slightly simplified)

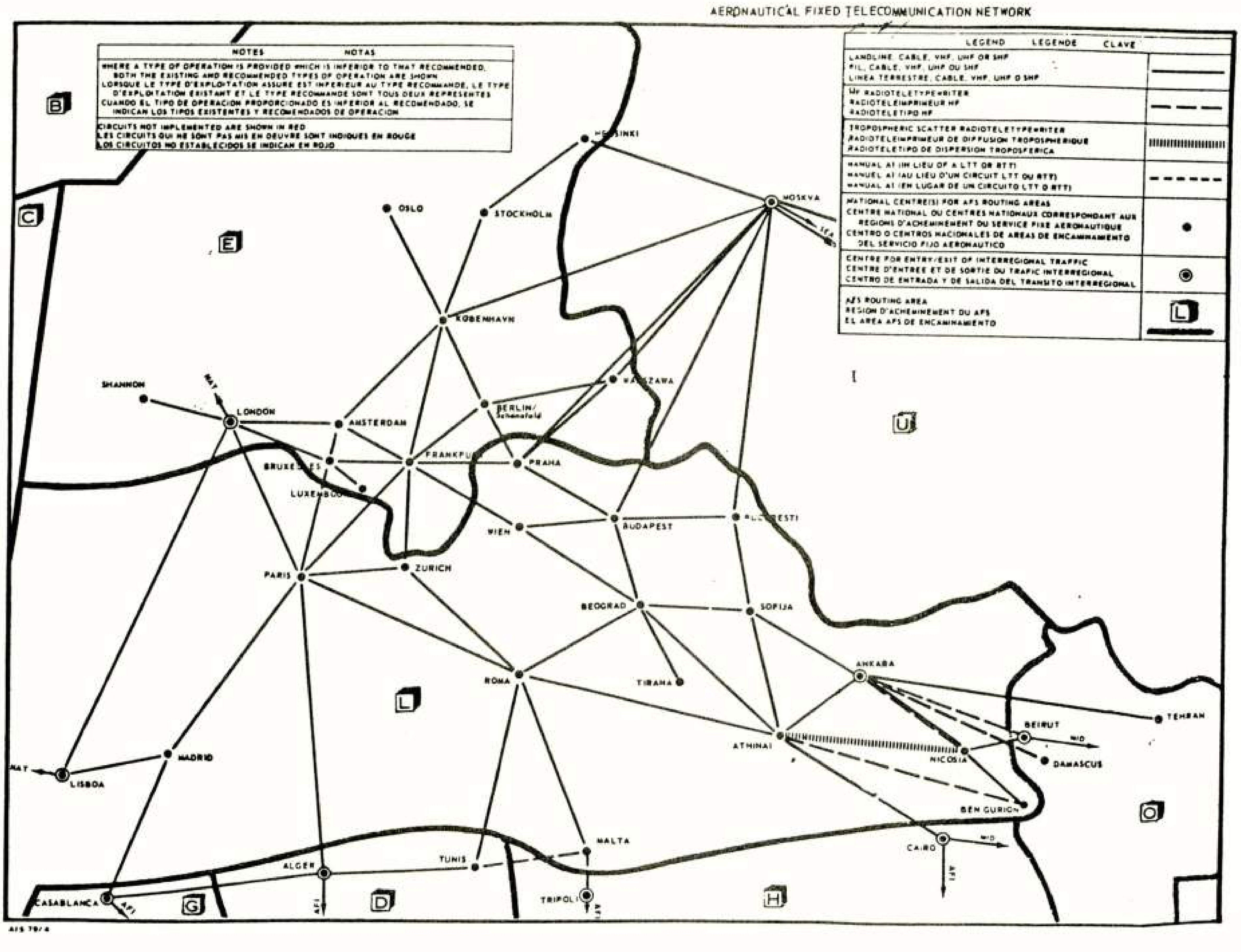


Fig. 4: European part of the AFTN



Fig. 5: The Schiphol AFTN centre, Amsterdam, the Netherlands

drachten voor de juiste behandeling in de kop van het bericht zowel voor mensen als automatische machines begrijpelijk moesten zijn (zie fig. 3). Deze afspraken werden door ICAO, de Internationale Organisatie voor de Civiele Luchtvaart, vastgelegd in een document getiteld Annex 10. Kenmerkend voor het AFTN verkeer is dat het veelal sterk gerelateerd is met de vlucht van een bepaald vliegtuig, en daardoor bestemd voor alle instanties die zich gedurende de vlucht met dit toestel bezig houden.

In de praktijk komt dit neer op een multiadres bericht met enkele of vrij veel adressen maar bijna nooit extreem veel adressen, zoals dat bij meteorologische berichten eerder regel is dan uitzondering.

CIDIN

CIDIN, het Common ICAO Data Interchange Netwerk, is een netwerk dat ontworpen is om alle voor ICAO van belang zijnde soorten berichtenverkeer efficiënt en betrouwbaar in één netwerk te behandelen. Het zal in de toekomst dus AFTN verkeer en MOTNE verkeer moeten verwerken naast nieuwere vormen van berichtenverkeer zoals het interactieve dialoogverkeer met databanken voor de luchtvaart en verkeer tussen ATC (Air Traffic Control) computers. Reeds in 1967 werd een commissie van communicatiedeskundigen door ICAO ingesteld, het ADISP (Automated Data Interchange Systems Panel).

Dit panel startte met het specificeren van het netwerk dat de naam CIDIN heeft gekregen. Deze specificaties zijn inmiddels klaargekomen en binnenkort zal met het inrichten van CIDIN apparatuur worden begonnen.

EISEN TE STELLEN AAN CIDIN

CIDIN zal niet alleen een vervanging moeten worden voor AFTN en MOTNE netwerken maar zal ook nog vele jaren moeten kunnen samenwerken met delen van deze netwerken die nog niet, of misschien wel nooit, tot het op wat kostbaarder datacircuits i.p.v. telegraafcircuits gebaseerde CIDIN over zijn gegaan. Voor deze bestaande netwerken moet CIDIN alle voordelen behouden waar de gebruiker aan gewend is. Zo is het nodig om efficiente multi-adres mogelijkheden te handhaven, iets wat bijvoorbeeld publieke datanetten niet bieden. Ook prioriteiten blijven niet alleen van belang maar worden nog belangrijker omdat nu nog meer verschillende soorten berichten in één netwerk behandeld worden en vooral in geval van omleiding bij circuit uitval een juiste afhandelingsvolgorde van groot belang is. Voor de nieuwere types verkeer is in het communicatieprotocol rekening gehouden maar het gebrek aan ervaring met de nieuwere types verkeer heeft er toe geleid dat de voorstellen voor de procedures hiervoor nog niet tot de status van voorstel tot standaard zijn doorgedrongen.

De opkomst van publieke datanetten en de daarmee gerelateerde CCITT standaard X.25 leidde tot de wens ook gebruik te kunnen maken van verbindingen die via publieke datanetten worden tot stand gebracht.

CIDIN TERMINOLOGIE

Bij het bespreken van de CIDIN procedures is het nodig om te wijzen op een probleem met het gebruik van speciale benamingen en hun betekenis. Hoewel ICAO probeert om zo veel mogelijk internationaal door CCITT en ISO gestandaardiseerde termen te gebruiken, is het probleem dat in vele zaken CIDIN reeds eerder (1974) gespecificeerd was dan CCITT of ISO. Bovendien kennen de CIDIN communicatieprocedures, of protocollen in ISO taal, faciliteiten die belangrijk zijn voor de burgerluchtvaartcommunicatie, die niet, of op andere wijze, is opgelost door deze organisaties. Zie fig. 7.

CIDIN ARCHITECTUUR

ICAO heeft reeds in 1974 een gelaagde communicatiestructuur aanvaard die nauw aansluit bij de physische configuratie van het netwerk.
Boven de physieke laag die lokaal de omvorming van digitale signalen in modulatie verzorgd, vinden we een "link" laag. Hierin wordt gezorgd voor een foutvrije overbrenging van informatie op een directe verbinding tussen twee communicatiesystemen.

Vervolgens is er een laag die later is ingebracht om gebruik te kunnen maken van packet-geschakelde netwerken met een interface (volgens

CCITT Recommendatie X.25).

De CIDIN packetlaag daarboven geeft een aanvulling op deze packetgeschakelde netwerken door het toevoegen van de mogelijkheid van prioriteitsonderscheid en multiplicatie van packets voor meerdere bestemmingen.

Tenslotte is er de transportlaag die de behandeling op berichtbasis verzorgd in de "entry" en "exit" schakelsystemen maar geen functie heeft voor doorgaande packets ("relay"). Zie fig. 8.

CIDIN PACKET HEADER EN TRANSPORTHEADER

De datalink header en X.25 packet header zijn als subsets van de CCITT standaard X.25 gespecificeerd. De CIDIN packet header en transport header zijn specifiek voor het ICAO/CIDIN. De informatie in deze headers is weergegeven in fig. 9.

De packet header bevat een prioriteitsindicatie (max. 8 prioriteiten) en identificeert met een lettercode de uitgangsbestemmingen (exit ad-

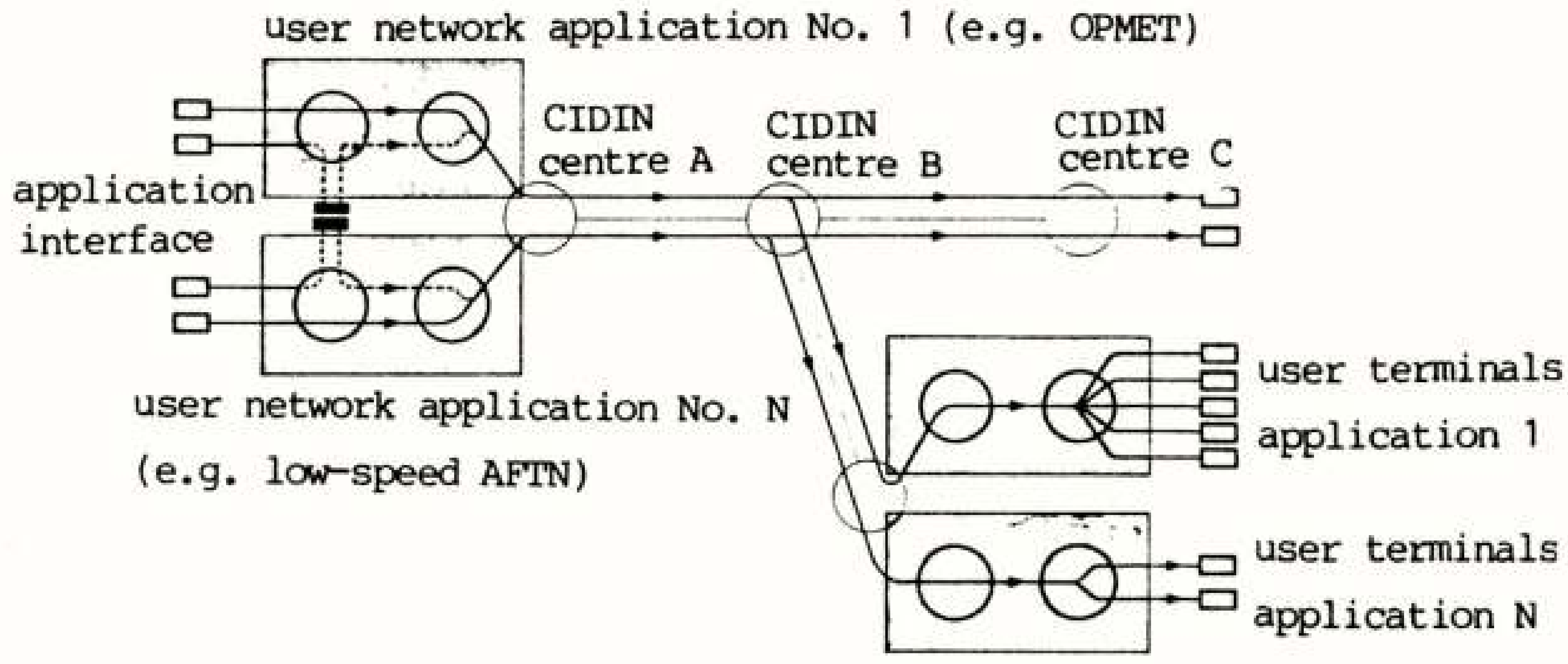


Fig. 6: The Cidin network contains several applications (two are given)

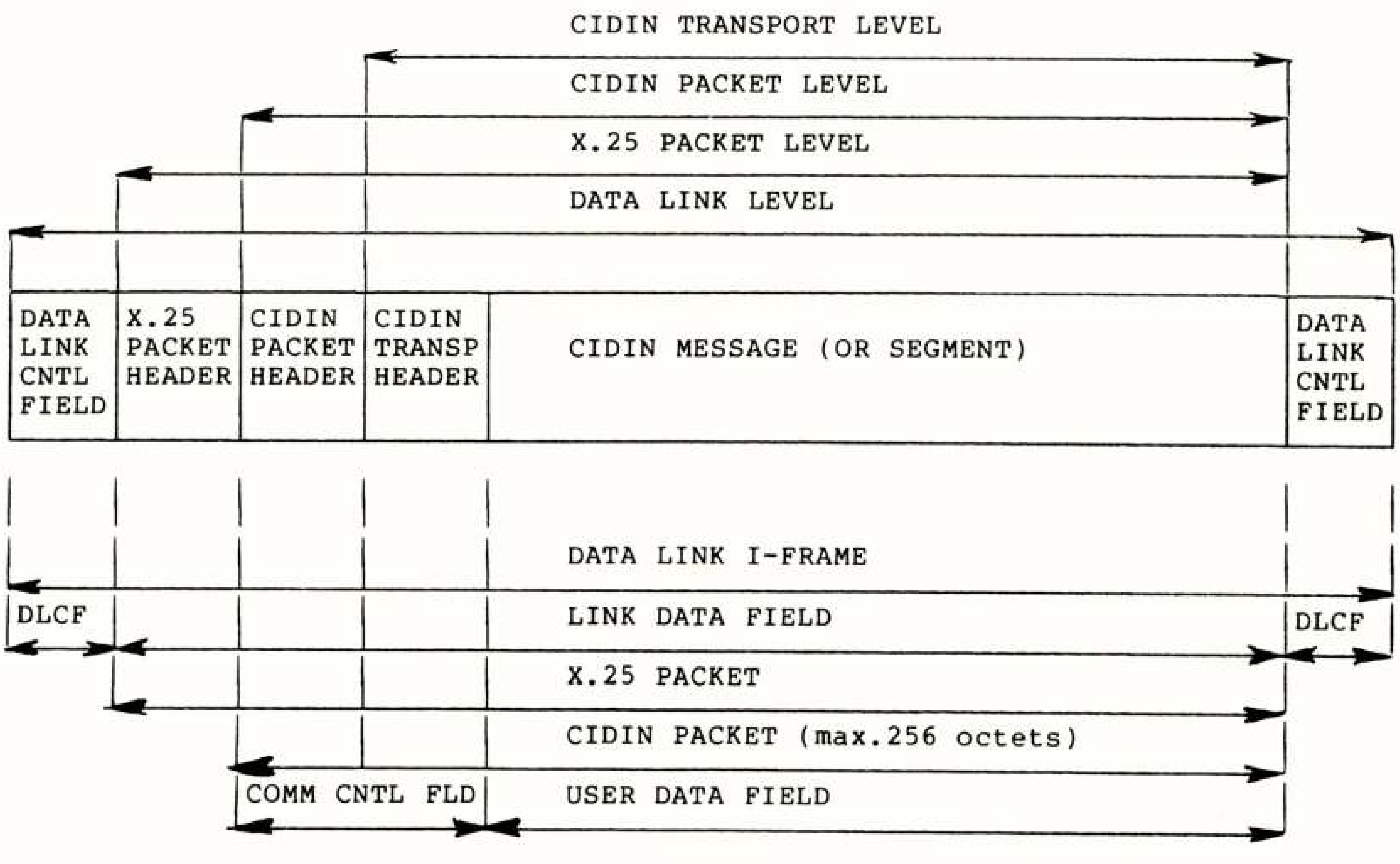


Fig. 7: Cidin terminology

dresses) van het CIDIN netwerk (zie fig. 10).

Voor berichten die verder over het AFTN netwerk verdergezonden moeten worden is de AFTN bestemmingsinformatie niet alleen als text van de CIDIN message te vinden maar verschijnt deze ook in de CIDIN packet header. Deze informatie wordt bij normale situaties niet gebruikt, maar biedt in geval van lijnstoringen de mogelijkheid om van de normale uitgangsbestemming van het CIDIN af te wijken door een andere uitgangsbestemming te kiezen en dan via een andere route toch het juiste AFTN adres te bereiken.

De adressen in de CIDIN packet header wordt na een multiplicatie van het packet in het netwerk gesplitst zodat alleen de adressen nodig voor de verdere routering en aflevering op het betreffende packet blijven.

<u>THE CIDIN PACKET HEADER</u>

* MESSAGE PRIORITY INDICATOR	(MP)
* EXIT ADDRESS(ES)	(Ax)
* DESTINATION ADRESS(ES)	(Ad)

<u>THE TRANSPORT HEADER</u>

* MESSAGE IDENTIFICATION NUMBER	(MIN)
* CIDIN PACKET SEQUENCE NUMBER	(CPSN)
* FINAL CIDIN PACKET INDICATOR	(FCP)
* MESSAGE CODE AND FORMAT OR NETWORK MANAGEMENT FIELD	(MCF/NMF)
* MESSAGE TYPE INDICATOR	(MT)
* CONVERSATION PROTECT INDICATOR	(CP)
* NETWORK ACKNOWLEDGEMENT INDICATOR	(NA)
* ENTRY ADDRESS	(Ae)

Fig. 9: Information contained in the CIDIN packet and transport header

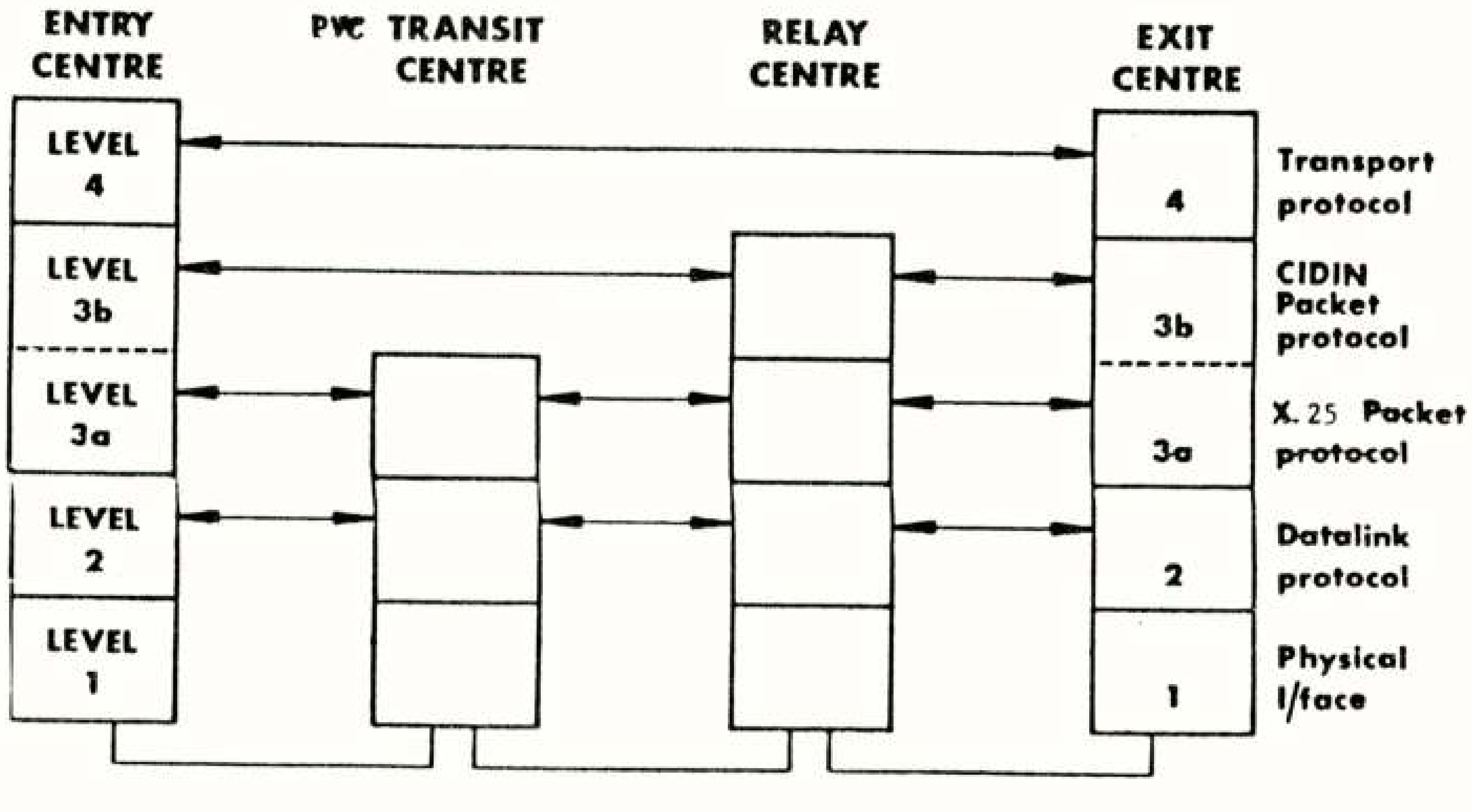


Fig. 8: CIDIN protocol levels

Zou men dit niet doen dan kunnen packets eindeloos door het netwerk blijven cirkelen en zich voortdurend blijven vermenigvuldigen. De transport header wordt in een "entry" schakelsysteem opgebouwd en dient om in een "exit" systeem alle packets van één bericht weer in de juiste volgorde bijeen te krijgen. Hiertoe heeft de transport header een berichtidentificatie bestaande uit MIN (Message Identification Number) en afzender EA (Entry Address) en een packet volgordenummer CPSN (CIDIN Packet Sequence Number).

Ten behoeve van het ontvangende systeem wordt bovendien entry informatie over het bericht aangegeven zoals de code waarin het bericht is opgesteld, het netwerk waarvoor het bericht bestemd is (AFTN of MOTNE) en of op het bericht een confirmatie gewenst wordt (aan het "entry"

center, zie fig. 11).

CIDIN TOEKOMST

In grote delen van de wereld zal men voorlopig nog met de bestaande telegraafcircuits werkende systemen (AFTN) gebruik blijven maken. Alleen in de US en Europa zal binnen afzienbare tijd een klein gedeelte van het CIDIN in werking komen. Die landen echter die de stap naar CIDIN maken, krijgen hiermee mogelijkheden die in AFTN en MOTNE ontbraken. In het bijzonder voor het snel raadplegen van centrale informatiebanken biedt het CIDIN goede mogelijkheden. Ook biedt het zeer betrouwbare (door omroutering) directe verbindingsmogelijkheden tussen computersystemen.

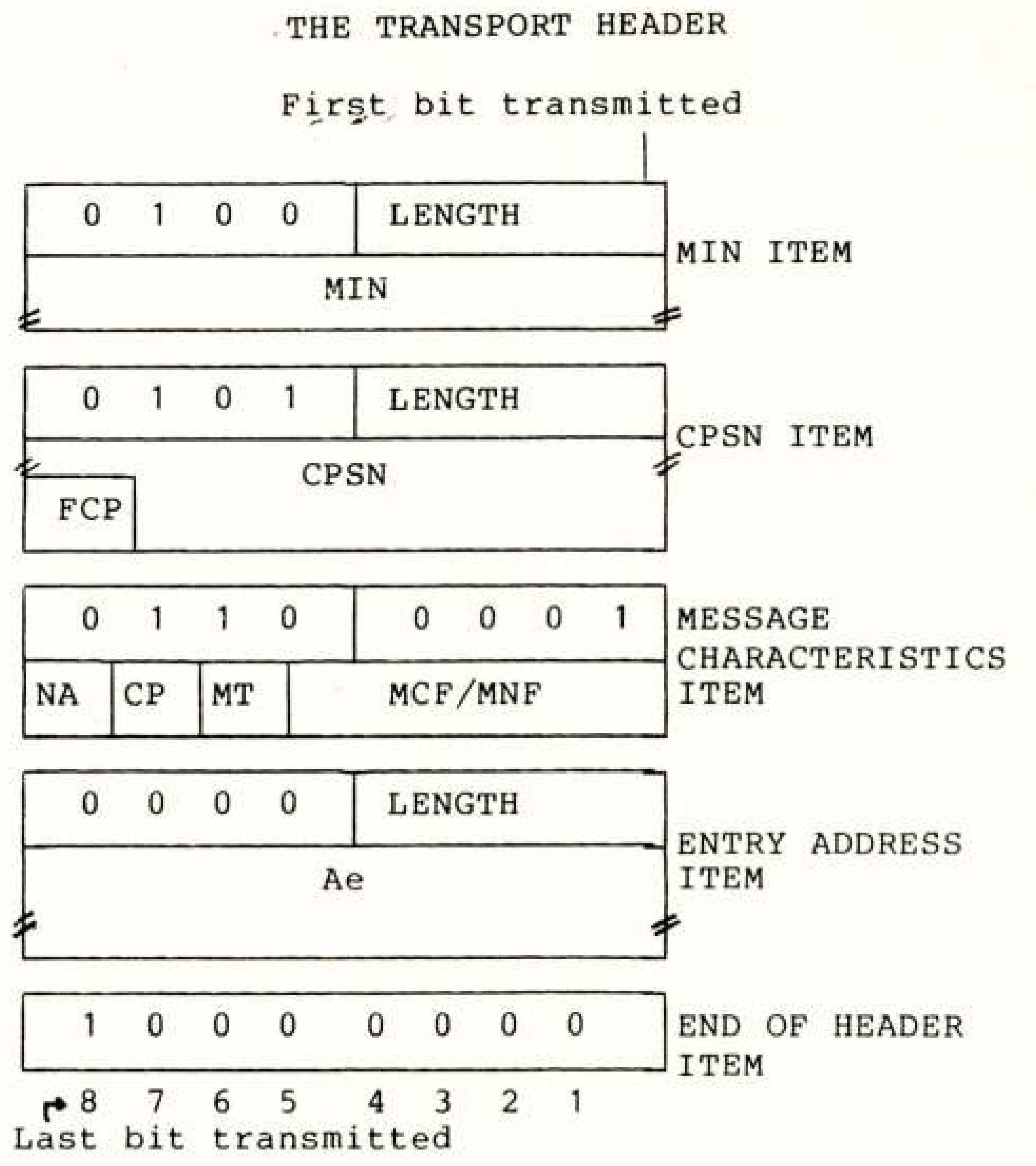


Fig. 11

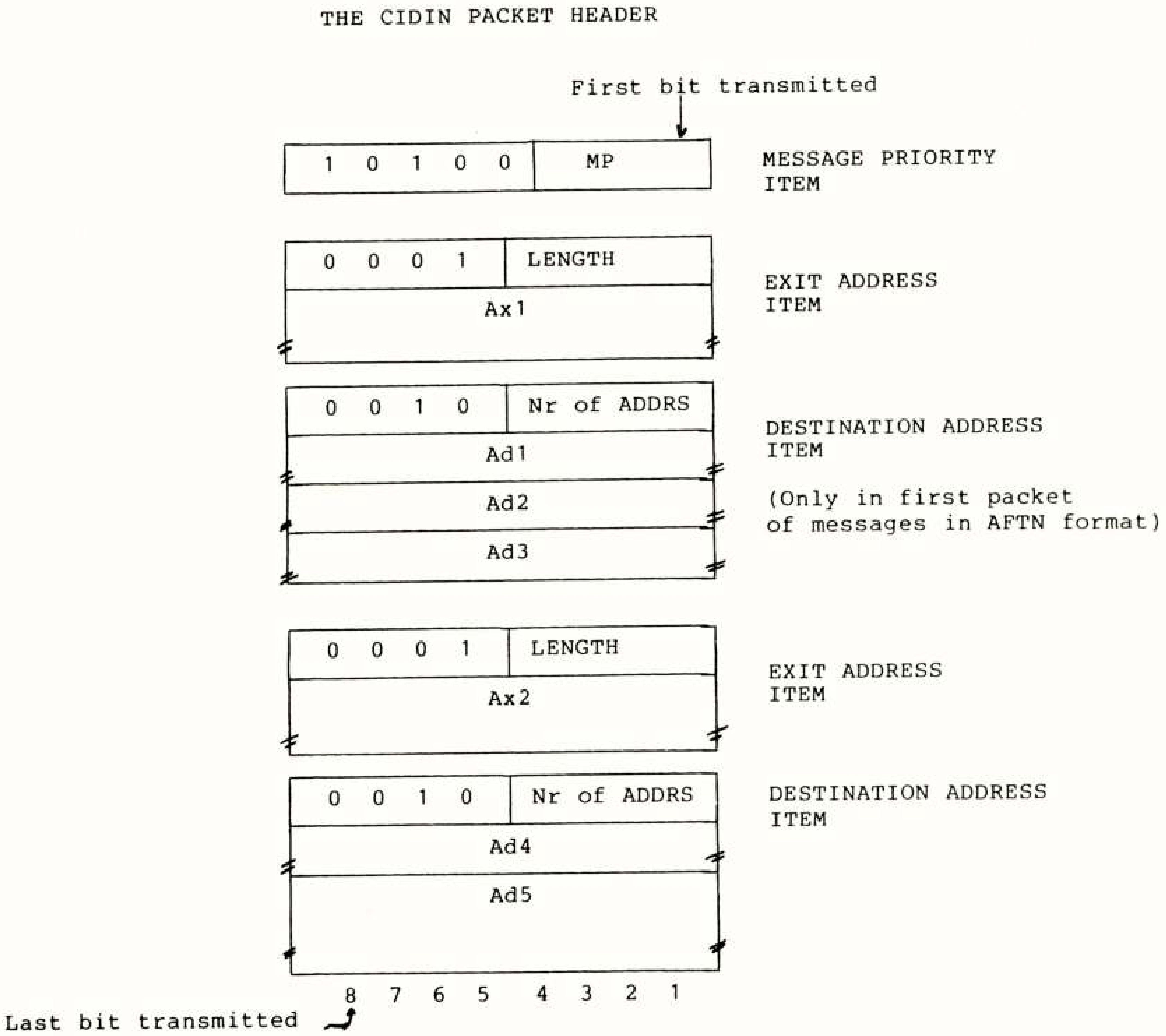


Fig. 10

LITERATUURLIJST

1 Aeronautical Telecommunications Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation, Volumes I and II, ICAO Montreal.

2 J.Th. Appels, H.J. Spoon: The ES series of semi and fully automatic telegraph message-switching centres, Philips Telecommunication Review, Vol. 27, 11-28, 1967 (No. 1).

3 CCITT Recommendation X.25, Yellow Book, Vol. VIII, Fascicle VIII-2, ITU, Geneva 1981.

4 J. van Duuren, W.J.A. Vonk: AEROPP/DS 714 data switching system for civil aviation, Philips Telecommunication Review, Vol. 37, 20-33, 1979 (No. 1). (A derived version of this article has appeared in ICAO Bulletin , Vol. 34, 1979, 23-28 (No. 9)).

5 H. van Kampen: The type DS 714 computer-based message and data switching system, Philips Telecommunication Review, Vol. 28, 135-146, 1969 (No. 3).

6 D. van der Lugt, J. van Zweeden: Private Automatic text and telex exchange DSX 40, Philips Telecommunication Review, Vol. 37, 111-124, 1979 (No. 3).

7 Report of the tenth meeting of the Automated Data Interchange Systems Panel (ICAO Doc. 9386 ADISP/10, ICAO Montreal 1982 and previous reports).

8 F.J. Schramel: The DS 714 computer system used as a message switcher, Philips Telecommunication Review, Vol. 28, 125-134, 1969 (No. 3).

9 L.H. Slotboom: DS 717/81, a new telegraph and data processor, Philips Telecommunication Review, Vol. 34, 122-135, 1976 (No. 3).

SITA Network

10 G.J. Brandt, G.J. Chretien: Methods to control and operate a message-switching network, Proceedings of the Symposium on Computer-Communications and Teletraffic, April 1972, 263-275.

11 J. Williamsen: SITA thirty years of Airlines Telecommunications, Telecommunications, April 1979, 20 D-E.

CIDIN Network

12 J. van Duuren: The common ICAO Data Interchange (CIDIN) procedures, Philips Telecommunication Review, Vol. 39, 201-210, 1981 (No. 4). (A derived version of this article has appeared in ICAO Bulletin , March 1982, 25-29, under the title: "CIDIN: A ground network designed to satisfy future air traffic communication needs.

Voordracht gehouden tijdens de 318e werkvergadering.

EEN AIR TRAFFIC CONTROL SYSTEEM TELECOMMUNICATIE-ASPECTEN

F.A. van Haaff
Hollandse Signaalapparaten B.V.

1. Inleiding

1.1 Facetten

De telecommunicatie in de luchtvaart kent tegenwoordig vele facetten. Net als in het dagelijks leven begint daarin de gegevens ("data") transmissie, steeds belangrijker te worden. Het Aeronautical Fixed Telecommunication Network (AFTN) verwerkt wereldwijd op 50 Bd basis vliegplannen en daarmee samenhangende berichten. Bij secundaire radar (Secondary Surveillance Radar, SSR) worden binaire identiteits- en hoogtecodes verwerkt. Daarin zal de toekomstige "Mode S" de mogelijkheden nog sterk vergroten, zo sterk zelfs dat voor het eerst de hoeveelheid gegevens, overgebracht met spraak ("voice") in volume zou kunnen verminderen.
"Air Traffic Control" was aanvankelijk, in de jaren '30, voornamelijk een organisatorische zaak van de luchtvaartmaatschappijen. Op 1 december 1935 werd op Newark bij New York het eerste coordinatie-centrum voor verkeer tussen Newark, Chicago en Cleveland in gebruik genomen. Aanvankelijk gebruikte men telegrafie in de MF en HF banden (0,3 - 30 MHz), al spoedig opgevolgd door telefonie. Desondanks bleven telegrafisten tot de vijfitiger jaren dienst doen, vooral bij lange afstand-vluchten. Spraakcommunicatie, ook op de MF en HF banden begonnen, maakt sinds de tweede wereldoorlog practisch alleen nog gebruik van de VHF en UHF banden (118 - 137 MHz civiel, en 225 - 400 MHz militair).
Typische voordelen van VHF en UHF zijn weinig of geen atmosferische storing, de toepasbaarheid van ruisonderdrukking ("squelch"), en vooral de beperking (!) van het bereik tot de radio-horizon. Door het laatste feit kan één frekwentie tegelijk door meerdere, juist voldoende ver van elkaar gelegen, verkeersleidingsinstanties gebruikt worden, zonder dat deze elkaar storen.

Voor verbindingen over lange afstanden, bv. boven de oceanen, waar VHF/UHF communicatie wegens de grote afstanden onmogelijk is, wordt gebruik gemaakt van frekwenties in de HF band (3 - 30 MHz), en enkel-zijband techniek. Omdat een normale ruisonderdrukking op deze frekwenties niet mogelijk is wordt daar gebruik gemaakt van SELCAL: een 2 x 2 toons oproepsysteem, met voor elk vliegtuig een eigen code.

Een inleiding als deze zou niet compleet zijn als niet nog drie algemene aspecten genoemd werden.

1.2 Verkeersleiding en vluchtuitvoering

Hoewel de taak van elke verkeersleidingsdienst goed samengevat wordt met het aloude adagium "safe, orderly and expeditious", d.w.z. met de oogmerken (in deze volgorde): veiligheid, orde en vlotheid, blijft de uitvoering van een vlucht in eerste instantie de verantwoordelijkheid van de gezagvoerder. De verkeersleiding assisteert, bewaakt en beveiligt vooral het verkeer onderling. Navigatiesystemen, verlichting, bakens en landingssystemen stellen moderne verkeersvliegtuigen tegenwoordig ruimschoots in staat om, afgezien van ander verkeer, geheel zelfstandig en "blind" (d.w.z. op instrumenten), een vlucht van A naar B uit te voeren, ook over grote afstanden.

Traagheids- en doppler-navigatiesystemen werken zelfs zonder bakens op de grond.

Alleen extreme weersomstandigheden kunnen tegenwoordig nog een start of landing bemoeilijken, maar volledig blinde landingen (wolkenbasis en zicht nul) zijn mogelijk - en worden ook regelmatig uitgevoerd. Vliegtuig en vliegveld moeten dan over de juiste uitrusting beschikken.

Figuur 1 geeft een indruk van de dichtheid van het verkeer boven Europa.

1.3 Spraak-communicatie in de luchtvaart

Spraak-communicatie heeft, naast het menselijke aspect, het voordeel niet aan formaten gebonden te zijn. Daardoor zijn berichten mogelijk die moeilijk in een formaat vast te leggen zijn zoals een voor-overleg met een vlieger als een keuze mogelijk is tussen bv. twee routes of twee hoogtes, of in geval van nood.
Spraak-communicatie is, ondanks soms grote karakter- en accentverschillen, voorlopig niet weg te denken uit de luchtvaartwereld. Een standaard fraseologie en de aanbeveling Engels te gebruiken, dragen daartoe bij.

1.4 Navigatie

Het verheugende feit dat vliegtuigen, dank zij verregaande normalisering op het gebied van zowel techniek (frekwenties, pulslengten, vermogens etc.) als operationele aspecten (fraseologie, lichtsoorten, naderings- en vertrekprocedures enz.) internationaal kunnen opereren, is te danken aan de International Civil Aviation Organisation (ICAO), die voor alle in aanmerking komende terreinen normen en aanbevelingen opstelt, coordineert en publiceert.
Uit de serie van documenten die de ICAO als normen publiceert en regelmatig bijwerkt, springen er twee naar voren:

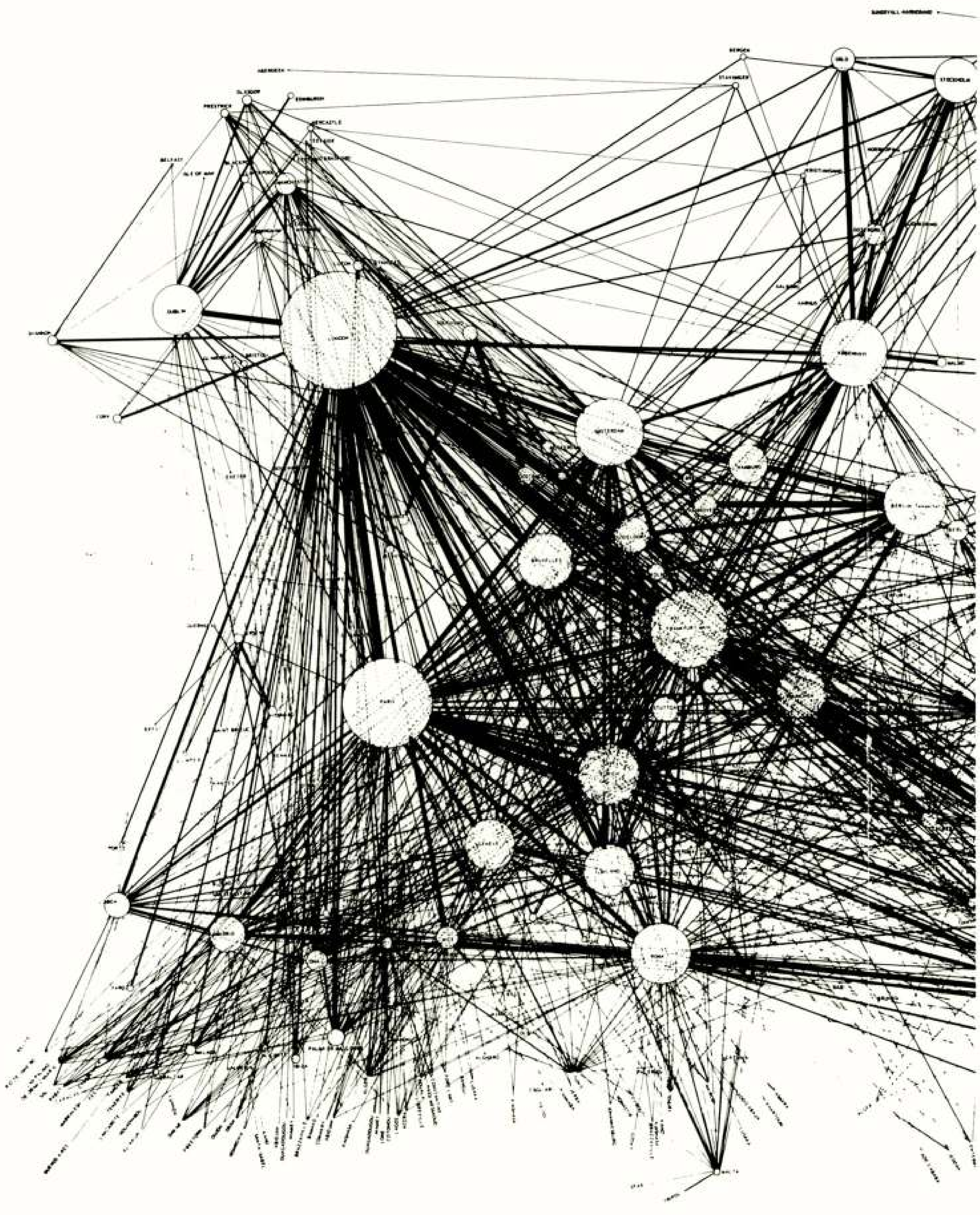
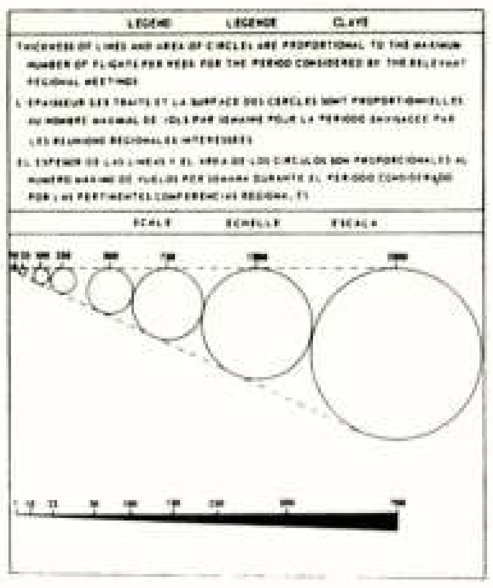


Fig. 1 De dichtheid van het verkeer boven Europa



ANNEX 10
-Aeronautical telecommunications

emissions to which transmitters must conform in accordance with RR 3247/672.

4.5.1.3 The radio frequencies used shall be selected from the radio frequencies in the band 117.975 MHz to 136 MHz. The separation between assignable frequencies (channel spacing) and frequency tolerances applicable to elements of the system shall be as specified in Part II, 4.1.2. and 4.1.6.

Note.—The band 117.975-132 MHz was allocated to the Aeronautical Mobile (R) Service in the Radio Regulations (1947). By subsequent revisions of the Regulations at ITU World Administrative Conferences the band 132-136 MHz was added to the (R) allocation under conditions which differ for ITU Regions, or for specified countries or combinations of countries.

Fig. 2 ICAO Annex 10 (detail)

Annex 10 (technische normen, fig. 2) en Document 4444 (operationele en vlieg-technische procedures).

Onderstaand wordt in grote lijnen nader ingegaan op technieken en normen, gehanteerd voor VHF (burgerluchtvaart)- communicatie en op toepassing van het bovenstaande op een modern, geïntegreerd en sterk geautomatiseerd verkeersleidingssysteem ("NAV I"), dat in opdracht is gegeven aan Hollandse Signaalapparaten B.V. te Hengelo (Ov.) door Aeroportos e Navegacao Aerea EP (ANA EP), een Portugese organisatie die te vergelijken is met een combinatie van Rijksluchtvaartdienst en NV Luchthaven Schiphol. Waar gebruikelijk zal de Engelse terminologie gehanteerd worden.

1.5 Stations

Voor de radio communicatie dekking van het Portugese luchtruim (fig. 3) zal ANA EP gebruik maken van vier zend-ontvangststations: Lousa (plm. 40°N), Montejunto (plm. 39 1/2°N), Lissabon zelf en Foia in het zuiden (plm. 37°N). Ter voorkoming van de problemen die in deel 3 besproken zullen worden, bestaan de stations in het algemeen uit aparte zender- en ontvangstparken. Lissabon zal slechts in noodgevallen dienst doen voor communicatie d.m.v. een "Last Resort", systeem met beperkte capaciteit.

Montejunto en Foia verzorgen samen 15 VHF en 12 UHF frekwenties, waarbij elke UHF frekwentie gecombineerd is met een VHF frekwentie. Op frekwentie-combinatie wordt verder ingegaan in deel 4.4.

2. Normen

De spraak-communicatie van de burgerluchtvaart speelt zich af op de 760 kanalen, beschikbaar tussen 118,000 en 136,975 MHz.

De kanaalafstand is 25 kHz, waartoe een frekwentie-tolerantie van 2.10^{-5} vereist wordt.

De modulatie is A3E (vroeger: "AM") met max. 85% modulatie-diepte (over-modulatie zou bijband-"splatter" in nabuurkanalen kunnen veroorzaken).

Elk kanaal wordt in simplex gebruikt, d.w.z. elke gebruiker dient op zijn beurt (en kort) te spreken. De standaard-fraseologie is hierbij van groot nut.

Als veldsterkte wordt gestreefd naar 75 µV/m. De polarisatie is verticaal.

Ontvangers dienen bij 20 µV/m veldsterkte, en rekening houdend met weinig antennewinst, "dips" in het antennepatroon, en een zeker kabelverlies, een signaal-ruisverhouding van 15 dB of beter te geven bij 50% modulatie.

Nabuurkanalen dienen in de ontvanger minstens 50 dB onderdrukt te worden, met -40 dB op ± 17 kHz.

3. Technische probelemen

3.1 Frekwentie toewijzing

Bij de toewijzing van frekwenties en het ontwerpen van communicatie-systemen doen zich enkele typische

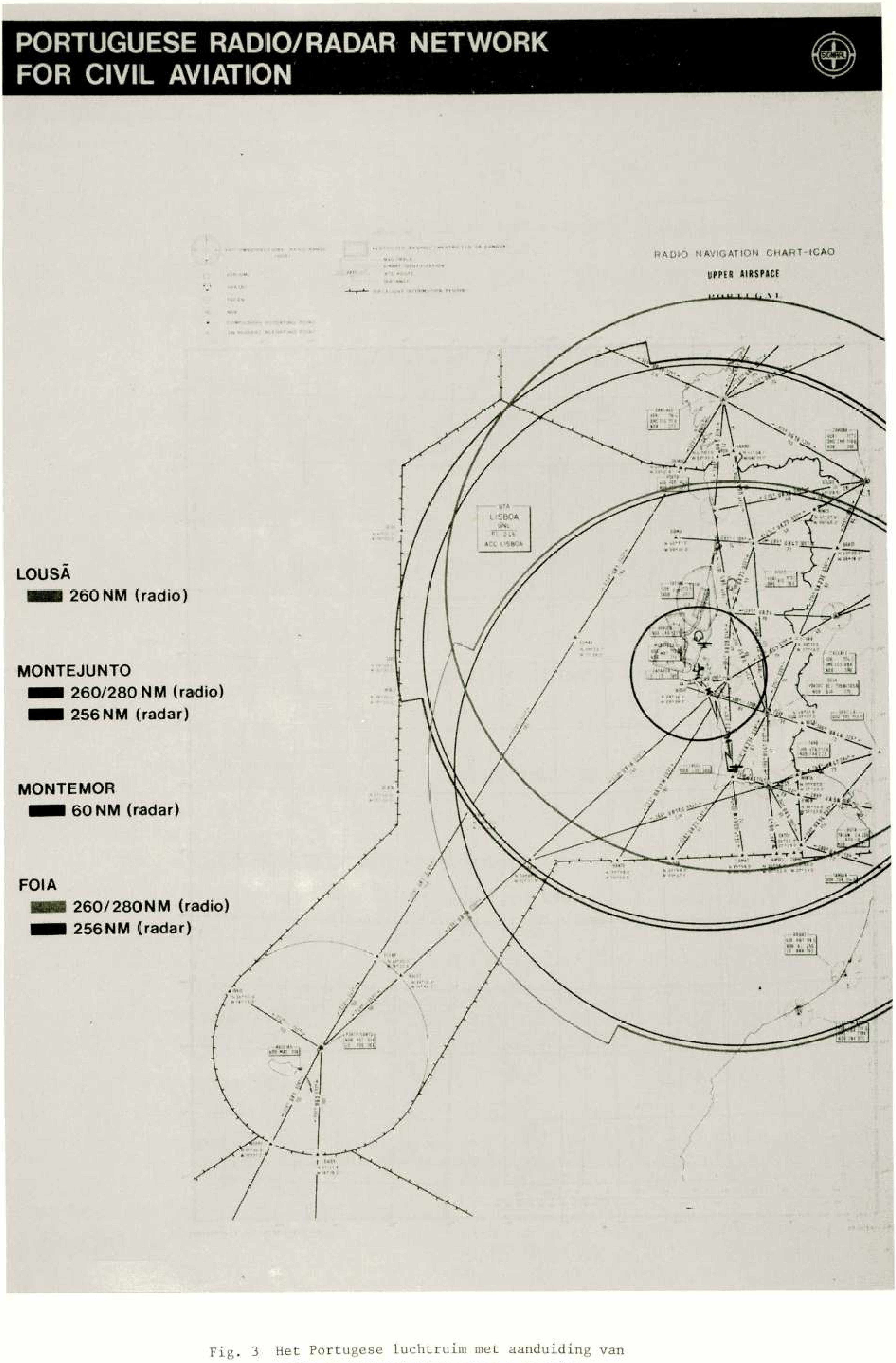


Fig. 3 Het Portugese luchtruim met aanduiding van radio en radarstations en hun bereiken

problemen voor. In Europa coordineert een Frequency Coordination Body (FCB) de toewijzing van frekwenties in de VHF band aan de gebruikers. Sommige frekwenties worden gebruikt om overvliegend verkeer, meestal op grote hoogte (typisch: 12 km) en over grote afstanden (typisch: 300 km) te begeleiden.
Dit maakt het nodig een daarvoor aangewezen frekwentie over een groot gebied te beschermen tegen interferentie door andere gebruikers. Een vliegtuig straalt immers aan de rand van het ene verkeersleidingsgebied ver het volgende in, en hoort evenzo alle uitzendingen van stations binnen zijn radio-horizon.

Ook worden de importantie van het kanaal, d.w.z. het gevaar dat storing mee zou brengen, in de beoordeling "meegenomen".
Andere frekwenties, bv. die van de verkeerstorens, verantwoordelijk voor lokale verkeersgebieden, veelal met een straal van 15 km rondom een vliegveld en in hoogte beperkt tot 900m, hebben een veel kleiner bestreken gebied, en kunnen dichter bij elkaar geprojecteerd worden. Daarbij komt dat een verkeersleidings-centra als die van Amsterdam en Lissabon voor hun verschillende diensten (toren, naderingsverkeersleiding, luchtweg- verkeersleiding, weer-uitzending enz.) 15 á 25 VHF frekwenties nodig hebben. Voeg daarbij de minder uitgebreid uitgeruste vliegvelden, de algemene en sportluchtvaart en de internationale centra van EUROCONTROL (Maastricht, Karlsruhe) en het wordt duidelijk dat 760 kanalen eigenlijk te weinig is. Elke frekwentie is meervoudig bezet (fig. 4).
Dankzij het werk van de FCB en de indeling in 5 categorieën van mate van bescherming, zijn de huidige 760 kanalen in Europa nog juist voldoende in aantal en kwaliteit.

3.2 Ontvangst

Bij ontvangers op de grond kunnen kruismodulatie, intermodulatie en "desensitizing" optreden.
Kruismodulatie treedt op als een sterk ongewenst signaal zijn modulatie drukt op dat van een ander, gewenst kanaal. Niet-lineaire effecten, vooral in de ingangstrap van een ontvanger, zijn de oorzaak.
Het effect treedt op de grond op als een zender-park te dicht bij een ontvanger-park gepland wordt.
Zelfs tussen zender-eindtrappen onderling kan bij een onzorgvuldig ontwerp kruismodulatie optreden.
Intermodulatie treedt op als een harmonische van frekwentie A, verminderd of vermeerderd met een harmonische van frekwentie B (dus $m.f_A \pm n.f_B$) een mengprodukt oplevert op een bepaald kanaal in de luchtvaartband. De menging treedt weer op door niet lineaire effecten in de ontvanger. Meestal is sprake van zgn. derde orde intermodulatie, d.w.z. een mengproduct van de tweede harmonische van de ene frekwentie, meestal verminderd met de eerste harmonische van de andere.

FREQUENCY OCCUPATION
example for one frequency (europe only)

122.300	LEOBEN-TIMMERSDORF	AUT	A/G
	OTTENSCHLAG	AUT	A/G
	VOSLAU/VOSLAU	AUT	A/G
	WELS	AUT	A/G
	VIRTON/LATOUR	BEL	TWR
	PREROV	TCH	TWR
	SLIAC	TCH	APP/L
	AARHUS/TIRSTRUP	DNK	APP/L
	NATIONAL AERODROMES	DNK	TWR
	NATIONAL AERODROMES	FNL	A/G
	BISCAROSSE/PARENTIS	F	TWR
	CHERBOURG/MAUPERTUS	F	TWR
	DAX	F	APP/L
	HAGUENEAU	F	TWR
	LA MONTAGNE NOIRE	F	TWR
	LE TOUQUET/PARIS-PLAGE	F	APP/RL
	LORIENT	F	APP/L
	SAINT-AUBAN	F	TWR
	SAINT-YAN	F	TWR
	TOURS/SORIGNY	F	TWR
	VILLACOUBLAY	F	TWR
	NATIONAL AERODROMES	DDR	A/G
	NATIONAL AERODROMES	D	TWR
	NATIONAL AERODROMES	GRC	TWR
	CASEMENT	IRL	APP/L
	NATIONAL AERODROMES	NOR	TWR
	NATIONAL AERODROMES	POL	A/G
	BRAGANCA	POR	TWR
	LEIRIA	POR	TWR
	SINES	POR	TWR
	VISEU	POR	TWR
	NATIONAL AERODROMES	E	A/G
	LAXA	S	TWR
	NATIONAL AERODROMES	SUI	A/G
	MINERALNYE VODY ACC	URS	ACC/U/2
	MINSK ACC	URS	ACC/U/1
	BLACKBUSHE	G	TWR
	BOURN	G	A/G
	LANDS END	G	TWR
	LONDONDERRY	G	TWR
	PERTH	G	APP/L
	PETERBOROUGH/SIBSON	G	TWR
	SIBSON	G	A/G

Fig. 4 Bezetting van één VHF kanaal

Het gevaar van derde orde intermodulatie kan makkelijk in een vliegtuig optreden wanneer het in de buurt vliegt van FM omroepzenders die meestal een hoge ERP[1]) hebben.
Voorbeeld: 2 x 102,9 MHz - 87,6 MHz = 118,2 MHz. Het is duidelijk dat het uitgeven van frekwenties voor omroep in de band 100 tot 108 MHz met grote zorg dient te geschieden!
Ook het eigen zenderpark kan derde orde intermodulatie veroorzaken. Om dit te voorkomen staan, naast een zorgvuldig ontwerp van de ontvanger, slechts twee wegen open:
- scherpe ingangsfilters met trilholtes ("cavity filters"),
- een verstandige keuze van frekwenties, maar dat is (zie 3.1) in internationaal verband minder eenvoudig dan het lijkt.

1) ERP: effective radiated power: het uitgangsvermogen van een zender, verminderd met verliezen in de transmissielijn, maar vermeerderd met de antennewinst.

Densitizing (Ontvanger-"verdoving") kan optreden in ontvangers wanneer een sterk nabuurkanaal via omwegen de automatische versterkingsregeling aanspreekt, waardoor de gevoeligheid afneemt, zonder dat dit iets met het gewenste signaal te maken heeft. Ook hier helpen, naast een zorgvuldig ontwerp van de ontvanger, slechts scherpe ingangsfilters.

Bij het ontwerp van het Portugese NAV I systeem zijn alle voorgaande problemen aan de orde geweest, en, naar het zich laat aanzien, in overleg met Aeroportos e Navegacao Aerea EP opgelost.

3.3 Zenders

Ook zenders kunnen problemen opleveren, zoals ruis, geproduceerd door de eindtrap en met een breed spectrum, en intermodulatie. Dit soort problemen wordt opgelost door een zorgvuldig ontwerp van systemen (bv. het scheiden van zender- en ontvangstparken) en van componenten (typen van transistoren, antennes, filters, etc.).

4. Typische technieken

4.1 Dekking

Zoals onder 3 al is aangeduid kan communicatie gewenst zijn op één kanaal (één sector van het verkeersleidingscentrum) en over een groot gebied. Daarbij treden twee gevallen op:

- het zend-ontvangststation ligt op de rand van het betreffende gebied, zoals Lissabon t.o.v. het aangrenzende deel van de Atlantische Oceaan, of
- het gebied dat bestreken moet worden is groot, maar ligt boven het eigen grondgebied.

Radio "dekking" vereist voor deze twee gevallen heel verschillende technieken.
Naast de kwestie van dekking van het betrokken gebied met betrouwbare radio-communicatie middelen bestaat een operationele eis t.a.v. het gelijktijdig gebruik door een sector van een civiele (VHF) frekwentie en een militaire (UHF) frekwentie. Dit wordt onder "Coupling" besproken.

4.2 VHF extended range

In het eerste geval spreekt men van "VHF" extended range". Het NAV I systeem bezit op de plm. 700m hoge heuvels bij Foia (Zuid Portugal) en Montejunto (kuststreek midden Portugal) zend-ontvangststations, elk uitgerust met 250 W zenders (Philips RZ 585) en antennes met winst (plm. 17,5 dB) en dus een zekere openings hoek in het horizontale vlak (plm. 90° tussen de -3 dB punten). Ten opzichte van 1 kW wordt zo een ERP bereikt van: -6 dB (250 W) - 1 dB (kabelverlies) + 17,5 dB (antenne) $\simeq$ + 10 dB, d.w.z. plm. 10 kW.

Het Montejunto station verzorgt de radiodekking in de noord-westelijke richting, dat van Foia het Zuid-westelijke deel. Zoals figuur 5 toont wordt op deze wijze een communicatie-bereik mogelijk van plm. 280 NM (95% van de tijd, landstation op 500 m hoogte, het vliegtuig op 33000 voet (10 km).
VHF extended range berust voornamelijk op refractie achter de radio horizon. Het kaartje van fig. 6 toont dat dit paardemiddel, geografisch gezien, slechts een toename van het bereik van plm. 40 NM oplevert.

VHF extended range is alleen gepland voor de operationele sector ("West Upper") die het verkeer begeleidt in de hogere luchtlagen in het westelijke deel van het Portugese luchtruim.

VHF ER COVERAGE

HEIGHT OF TRANSMITTING ANTENNA		HEIGHT OF RECEIVING ANTENNA		SERVICE RANGE WITH 10 KW ERP	
METRES	FEET	METRES	FEET	KM	NM
20	65	5.000	16.500	335	181
100	330	5.000	16.500	360	195
500	1.650	5.000	16.500	415	224
1.000	3.300	5.000	16.500	455	246
20	65	10.000	33.000	440	238
100	330	10.000	33.000	470	254
500	1.650	10.000	33.000	525	283
1.000	3.300	10.000	33.000	560	303
20	65	20.000	66.000	595	321
100	330	20.000	66.000	625	337
500	1.650	20.000	66.000	675	365
1.000	3.300	20.000	66.000	715	386

-Transmitter output power: 250W (-6 dB w.r.t. 1kw)
-Antenna gain: 17,5 dB
-Cable loss, type RG218 U cable: 1 dB

Fig. 5 VHF extended range in cijfers

4.3 Climax

Het tweede geval, een groot te bestrijken gebied dat wel boven het eigen grondgebied ligt, kan worden opgelost met "Climax" (fig. 7).
De Climax-techniek berust op het inrichten van meerdere grondstations om het gebied (meestal met de gebruikelijke rondstraalantennes) betrouwbaar te dekken. De frekwentie is nominaal dezelfde, zodat voor de vlieger één kanaal geldt, d.w.z. dat van de controlerende sector. De verschillende stations worden elk echter enigszins in frekwentie verschoven, zodanig dat:

- elke frekwentie met zijn zijbanden nog binnen de $\pm$ 12,5 kHz bandbreedte van het kanaal valt,
- elke nu geproduceerde interferentietoon (er zullen vliegtuigen zijn die 2 of zelfs 3 stations kunnen horen) zo nauwkeurig gedefinieerd is, dat de interferentietoon buiten de normale audio-bandbreedte valt en met filters geëlimineerd kan worden.

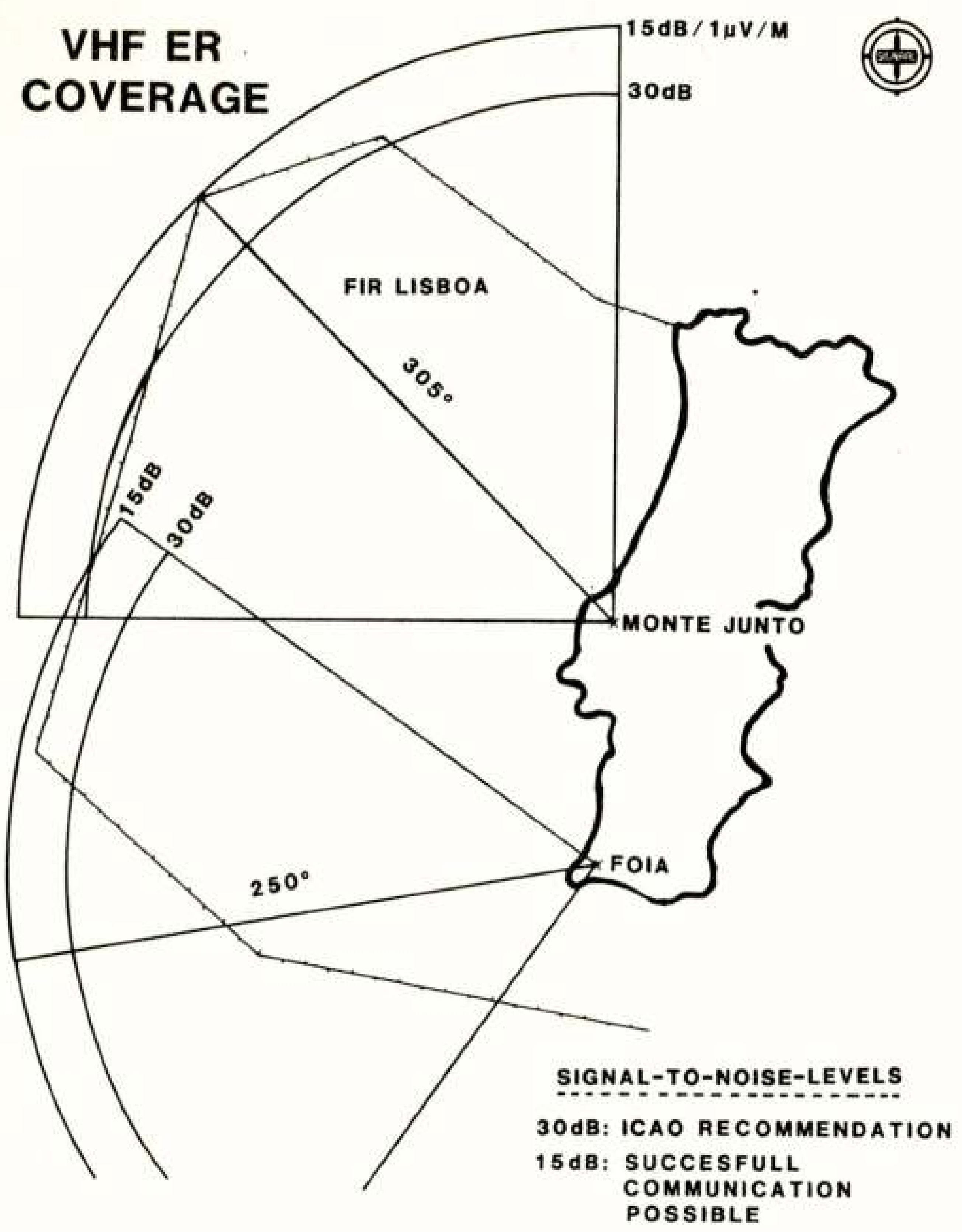


Fig. 6 VHF extended range, geografisch

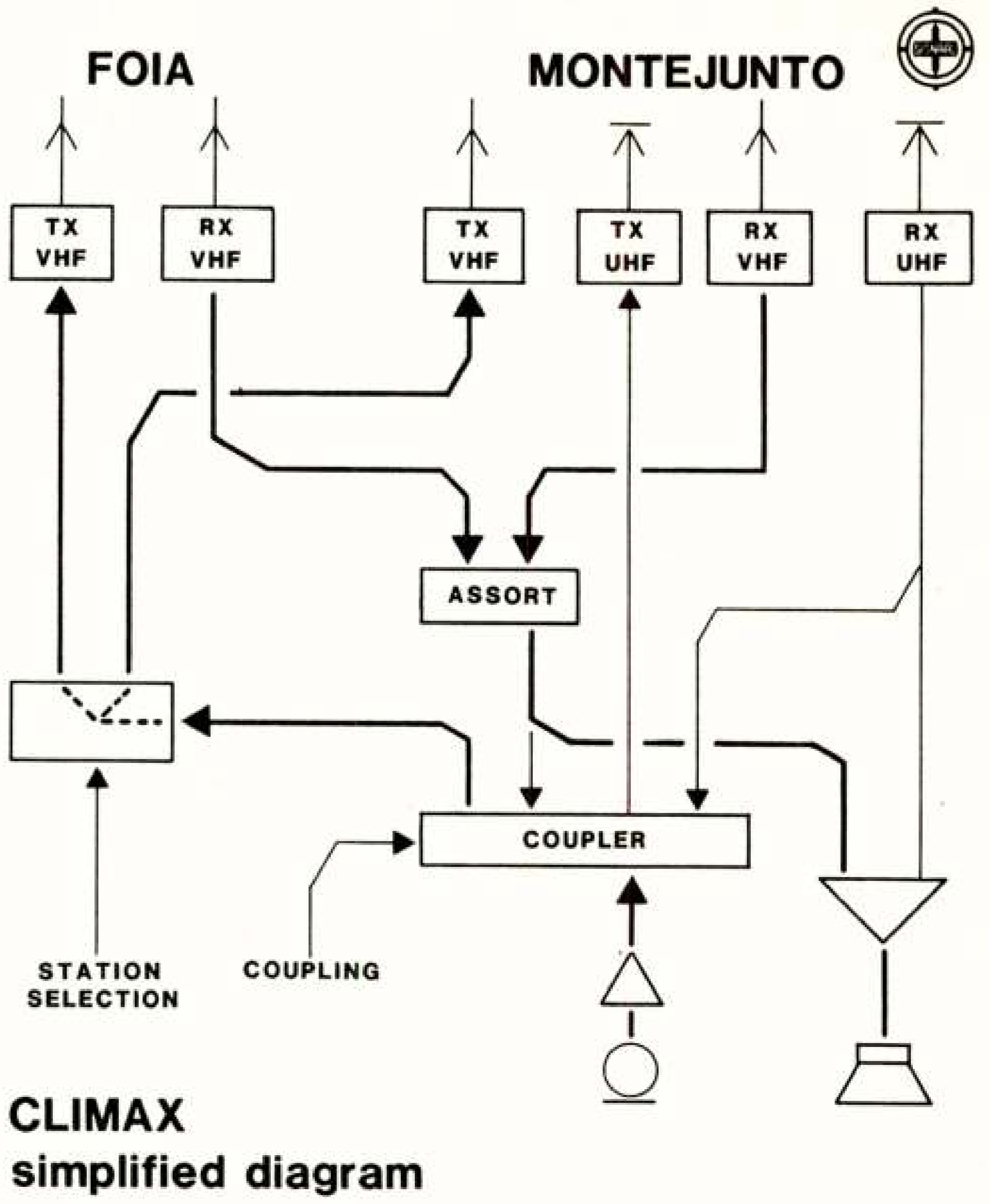


Fig. 7 Climax

De signalen van de vliegtuigen kunnen op de grond ook door meer stations ontvangen worden, hoewel in de meeste gevallen met grote verschillen in kwaliteit. In het verkeersleidingcentrum wordt dan, bij voorkeur automatisch, het signaal met de beste signaal-ruis-verhouding naar de verkeersleider doorgegeven.

Climax kent helaas een bezwaar: er kunnen gebieden optreden waar het vliegtuig, na demodulatie, twee keer hetzelfde audio-signaal ontvangt (de stem van de verkeersleider) maar, wegens een verschil in looptijd, met een onderling faseverschil van 180° of dicht daarbij. Het resultaat is een "gat" in de communicatie-dekking, terwijl de veldsterkte toch ruim voldoende is. Climax dient daarom slechts met overleg toegepast te worden en alleen daar waar het patroon van de "gaten", die hyperbolisch verlopen rond de zenders, niet te hinderlijk zijn ten opzichte van het patroon van de routes (luchtwegen) in de betreffende sector.

4.4 Coupling

Hoewel militaire vliegtuigen in principe voor hun oefeningen buiten de gebieden blijven die door de civiele verkeersleidingsinstanties gecontroleerd worden, komt militair verkeer daar toch wel voor. Dit "Operational Air Traffic" (OAT) kan op weg naar oefengebieden luchtwegen moeten kruisen.

Militaire transportvliegtuigen maken vaak gebruik van de luchtwegen, vooral internationaal. Nu treedt het probleem op dat militaire vliegtuigen bijna altijd alleen met UHF apparatuur zijn uitgerust (frekwentieband 255 - 400 MHz, ook AM). Als nu de verschillende burger-verkeersleidings-instanties steeds met een combinatie van een VHF én een UHF kanaal worden uitgerust, dan zijn de lucht-grond-verbindingen verzekerd, zij het met een operationeel probleem: de vliegtuigen kunnen elkaar niet horen.

Eén bezwaar is dat het wederzijds meeluisteren, dat een vorm van "stille" coordinatie tussen de vliegtuigen meebrengt, niet meer functioneert. Een ander bezwaar is dat één vliegtuig de grond kan aanroepen in de ene band (VHF of UHF), terwijl een ander vliegtuig al in de andere band tot hetzelfde grondstation spreekt. Om dit te voorkomen kunnen, op commando vanuit Lissabon, in een zend-ontvangststation de VHF en UHF kanalen van één sector kruiselings met elkaar worden doorverbonden, d.w.z. de audio en squelch (aanwezigheid van draaggolf) signalen uit de ontvanger van één band, worden gebruikt als "microfoon" en "push-to-talk" signalen voor de zender van de andere band en vice versa (fig. 8). Hier schuilt een adder onder het gras! Stel dat een vliegtuig zendt op VHF frekwentie V. Het grondstation ontvangt dit, en zendt de spraak van de vlieger weer

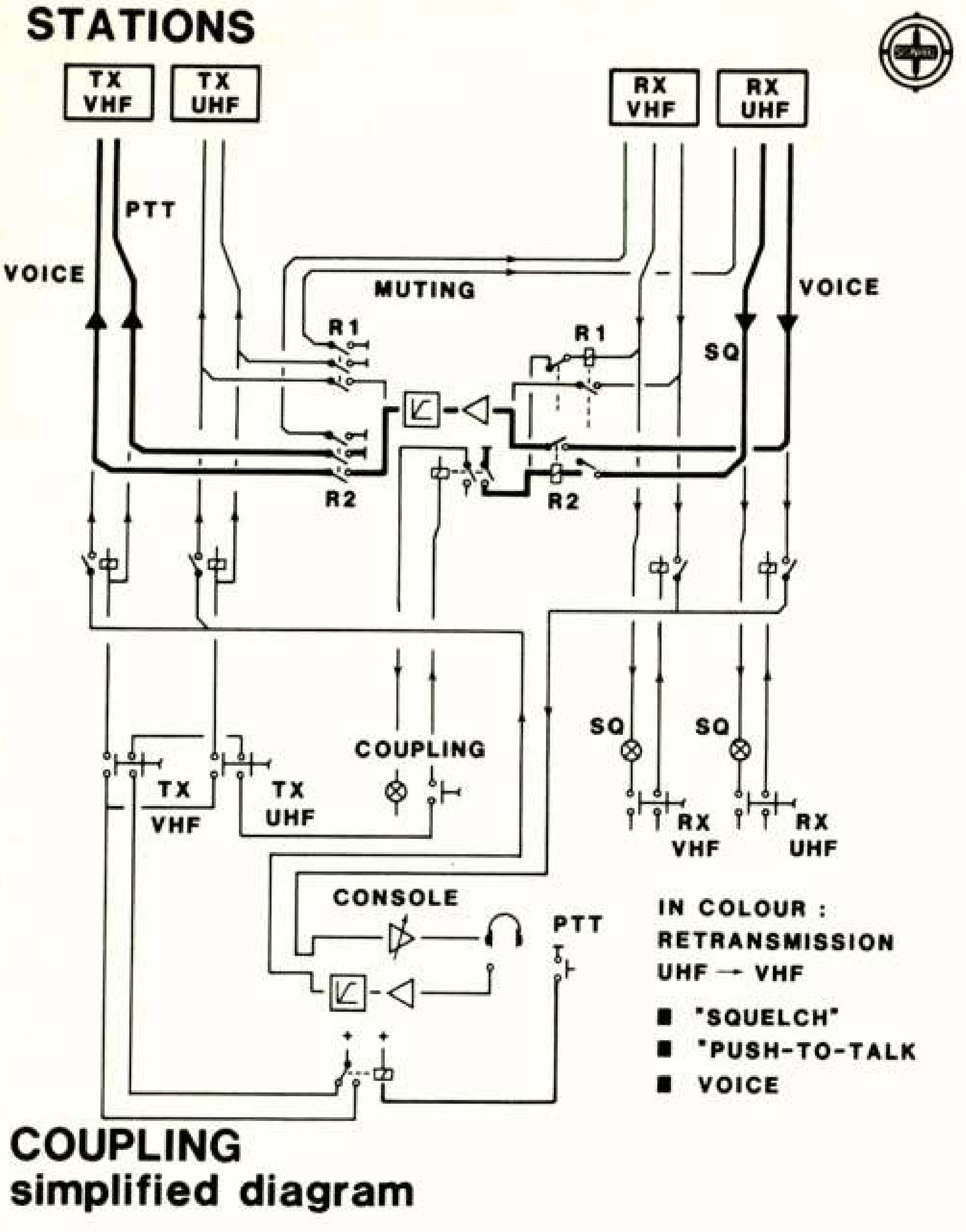


Fig. 8 Coupling

uit op UHF frekwentie U. Nu zal de eigen UHF ontvanger dit weer omzetten in frekwentie V en een ongewenste lus is gesloten. Vanzelfsprekend kan dit effect ook omgekeerd, beginnend op UHF, optreden. Om lus-effecten tegen te gaan is de coupling schakeling voorzien van een blokkering die her-uitzending op het vliegtuigkanaal voorkomt als een vliegtuig zendt en die de doorkoppeling verbreekt als de controller zelf zenden wil. VHF-UHF koppeling wordt, waar van toepassing, gecombineerd met Climax, dat per kanaal weliswaar met meerdere stations werkt, maar zich gedraagt als één VHF frekwentie.

4.5 PABX

Hoewel het buiten het bestek valt van dit artikel, moet hier een essentieel systeem-element genoemd worden: de mogelijkheid die de verkeersleider moet hebben om via landlijnen te coordineren met collega's binnen en buiten het eigen centrum. Het telecommunicatiesysteem van NAV I bevat hiertoe een moderne, computergestuurde telefooncentrale ("Private Automatic Branch Exchange, PABX"). Naast de modules voor het luchtgrondverkeer heeft de verkeersleider daartoe modules ter beschikking voor lijnkeuze en andere PABX functies. Hoewel voor de PABX een "handset" (telefoonhoorn) ter beschikking staat, zal de verkeersleider gewoonlijk van de faciliteit gebruik maken zowel de lucht-grond- als de telefoonverbindingen te voeren via zijn hoofdtelefoon.

5. Belangrijke componenten

5.1 Zenders

A. VHF

- Philips RZ 590,
- uitgangsvermogen: 50W draaggolf,
- één kanaal, gestuurd door een temperatuur-gecompenseerde kristal oscillator,
- tegenkoppeling voor goede lineariteit van de eindtrap, ook bij grote modulatiediepte,
- beschermd tegen mis-aanpassing van voedingslijn/antenne.

B. VHF extended range:

- Philips RZ 585
- een kanaal
- uitgangsvermogen: 250W draaggolf
- volledig "solid state" d.m.v. 7 parellel geschakelde eindversterkers en een speciaal brug-combinatiefilter
- beschermd tegen misaanpassing.

C. UHF

- Park Air Type 2300
- één kanaal
- uitgangsvermogen: 25 W draaggolf
- beschermd tegen misaanpassing.

5.2 Ontvangers

A. VHF

- Pye R 403
- één kanaal
- speciaal ontworpen voor ATC, met goede eigenschappen qua automatische versterkingsregeling, intermodulatie, "desensitizing" en kruismodulatie,
- gevoeligheid: 10 dB signaal-ruisverhouding bij 1 µV ingangsspanning en 30% modulatie met 1 kHz
- AGC: minder dan 4 dB variatie voor signalen tussen 1 µV en 100 mV

B. UHF

- Park Air Type 2200
- één kanaal
- zeer goede karakteristieken qua automatische versterkingsregeling, intermodulatie, "desensitizing" en kruismodulatie.
- gevoeligheid: 12 dB signaal-ruisverhouding bij 1,5 µV ingangsspanning en 30% modulatie bij 1 kHz
- AGC: minder dan 3 dB variatie voor signalen tussen 1,5 µV en 700 mV.

5.3 Antennes

A. VHF/UHF

- Kathrein 719 152
- twee co-lineair geplaatste coaxiale dipolen, waarvan de bovenste gedimensioneerd is voor VHF, de onderste voor UHF
- stralingsdiagrammen in het horizontale vlak: rond binnen 1 dB
- montage in fiberglazen koker
- SGV: beter dan 2:1
- winst t.o.v. dipool: 3 resp. 4 dB (VHF resp. UHF)

B. VHF extended range:

- Telecommunications Ltd. type ANCKY
- 12 yagi antennes van elk 3 elementen, verticaal boven elkaar
- antennewinst: 17,5 dB t.o.v. dipool
- openingshoek tussen -3 dB punten in het horizontale vlak: 90°
- idem verticaal: 6°
- SGV: beter dan 1,5:1

5.4 Bedieningsmodules

Voor het bedienen van de lucht-grondverbindingen staan per positie de volgende modules ter beschikking:

- een of meerdere frekwentie-selectie modules (fig.9)
- een hoofdtelefoon-module
- een luidspreker-module
- een "Last Resort" module (zie 1.4)

De frekwentie-selectie module is ingericht voor 4 kanalen, normaliter ingedeeld in twee combinaties van een VHF en een "gepaard" UHF kanaal met koppelingsmogelijkheid.

Knoppen en signalering zijn aanwezig voor squelch (binnenkomend signaal), hoofdtelefoon koppeling op het kanaal (luisteren) en activering van de zender.

Het vliegtuig-signaal staat normaliter op beide schelpen van de hoofdtelefoon. Wanneer de hoofdtelefoon tegelijk gebruikt wordt voor lucht-grondverkeer en voor telefoonverbindingen (PABX, zie 4.5), dan wordt automatisch één schelp voor het telefoonverkeer en één voor het radioverkeer gereserveerd.

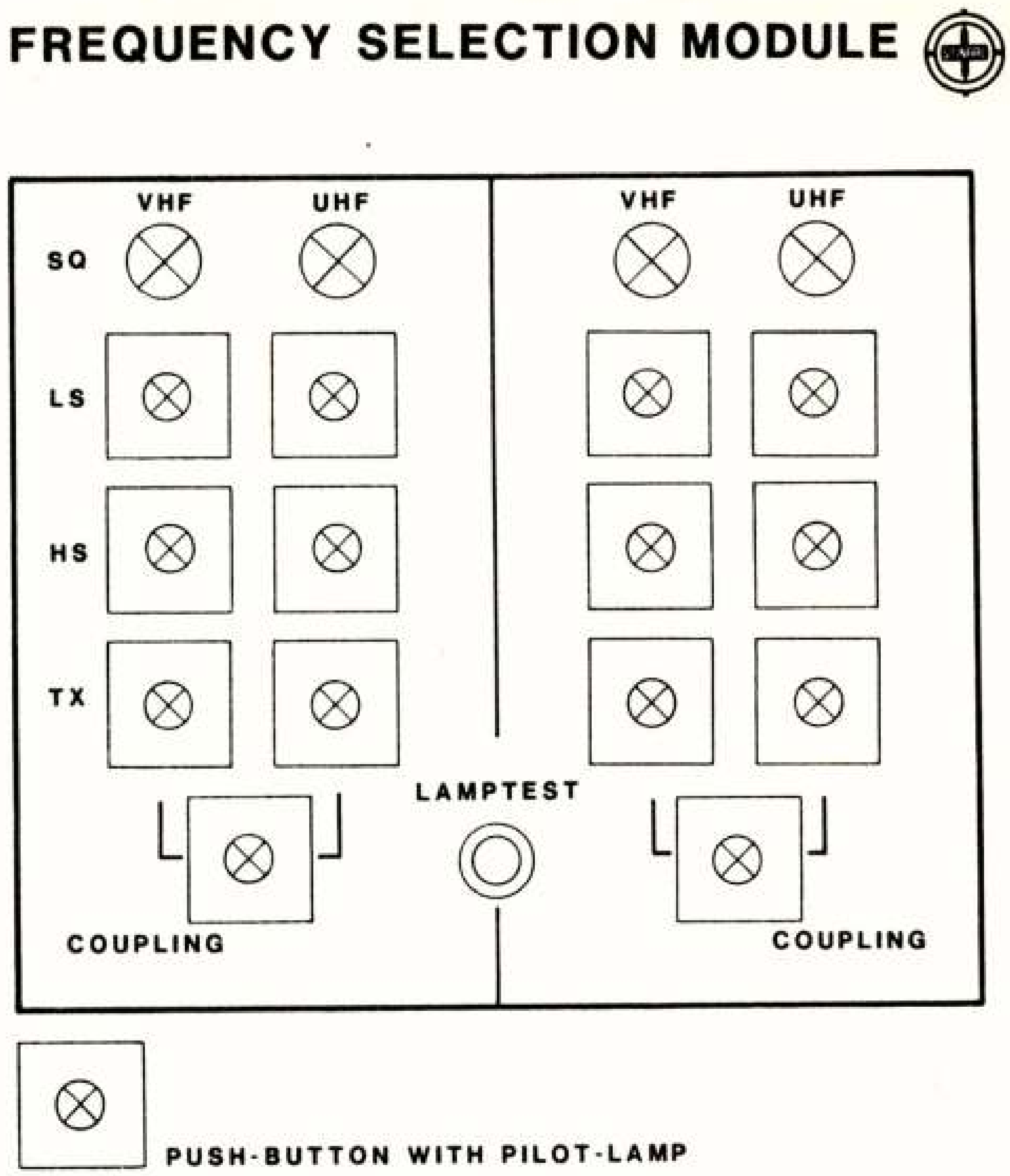


Fig. 9 Frequentie-selectie module

6. SLOT

Bovenstaand verhaal geeft slechts algemene gegevens van het communicatie systeem van NAV I. Op zichzelf belangrijke details zoals de nood-energievoorziening, dubbele uitvoering van alle belangrijke eenheden zoals zenders, ontvangers en computers zijn kortheidshalve niet vermeld, evenmin als bijvoorbeeld het feit dat betrouwbaarheidsberekeningen hebben aangetoond dat meerdere ontvangers gevoed kunnen worden uit een gezamenlijke antenne met een distributie-versterker. Niettemin hoopt SIGNAAL enig inzicht geboden te hebben in het NAV I projekt dat in 1985 in Lissabon in operationele dienst moet zijn.

Voordracht gehouden tijdens de 318e werkvergadering.

Conferentieaankondigingen

The impact of information technology on engineering education; 28-30 August 1984; University of Erlangen, Nürnberg. Contact adres: Prof.Dr.Ing.D.Seitzer, Lehrstull für Technische Elektronik; Universität Erlangen-Nürnberg; Cauerstrasse 9; D-8520 Erlangen; West Germany; tel. 09131/857196.

Postacademische cursus "Methodisch ontwerpen van medisch-technologische apparatuur; 24-26 oktober 1984; Congres- en vergadercentrum "De Koningshof" in Veldhoven (NBr.). Contact adres: Ir.P.Regout, sectie Elektrotechniek KIvI, Postbus 30424; 2500 GK 'sGravenhage; tel. 070-644957.

Symposium 1984 over Sensoren en actuators; 1-2 november 1984; Technische Hogeschool Twente; Contact adres: Drs. A.A.Saaman; S & A Symposium; THT, Postbus 217; 7500 AE Ensche; tel. 053-893488

Computer Aided Engineering; 10-12 December 1984; University of Warwick, Coventry, UK*).

Telecommunication Transmission; 18-21 maart 1985, IEE Savoy Place London U.K.*).

18th International conference on lightning protection 1985; 16-20 september 1985; Hotel Hilton Munich; Call for papers 1-10-1984; Contact adres: 18 ICPL; Prof.dr. J.Miesinger; Tachbereich Elektrotechniek; HSBW München; Werner Heisenberg Weg 39; D8014 Neubiberg, Tel. 089/6004-3721

ICDSC-7; 7th international conference on digital satellite communications; 12-16 mei 1986; call for papers june 1985; Contact adres: Conference Administrator Mr. H.Heijder, Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. Zentralstelle Tagungen; Strasemannallee 15 D-6000 Frankfurt/Main 70; F.R.of Germany.

*) Contactadres:
Conference Services
The Institution of Electrical Engineers
Savoy Place
London WC2R OBL
United Kingdom

Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

Inhoud

deel 49 - nr. 4 - 1984

blz. 127 Telecommunicatie en de luchtvaart, door J.S. Smit
blz. 133 Microgolf landingssysteem, door T.H.M. Hagenberg
blz. 139 Secondary Surveillance Radar, door Ir. W. Aardoom
blz. 146 Werkvergadering 318
blz. 147 Berichtenverkeer in de luchtvaartorganisatie, door Ir.J.van Duuren
blz. 157 Een air traffic control systeem telecommunicatie-aspecten, door F.A. van Haaff

druk: de Witte Eindhoven